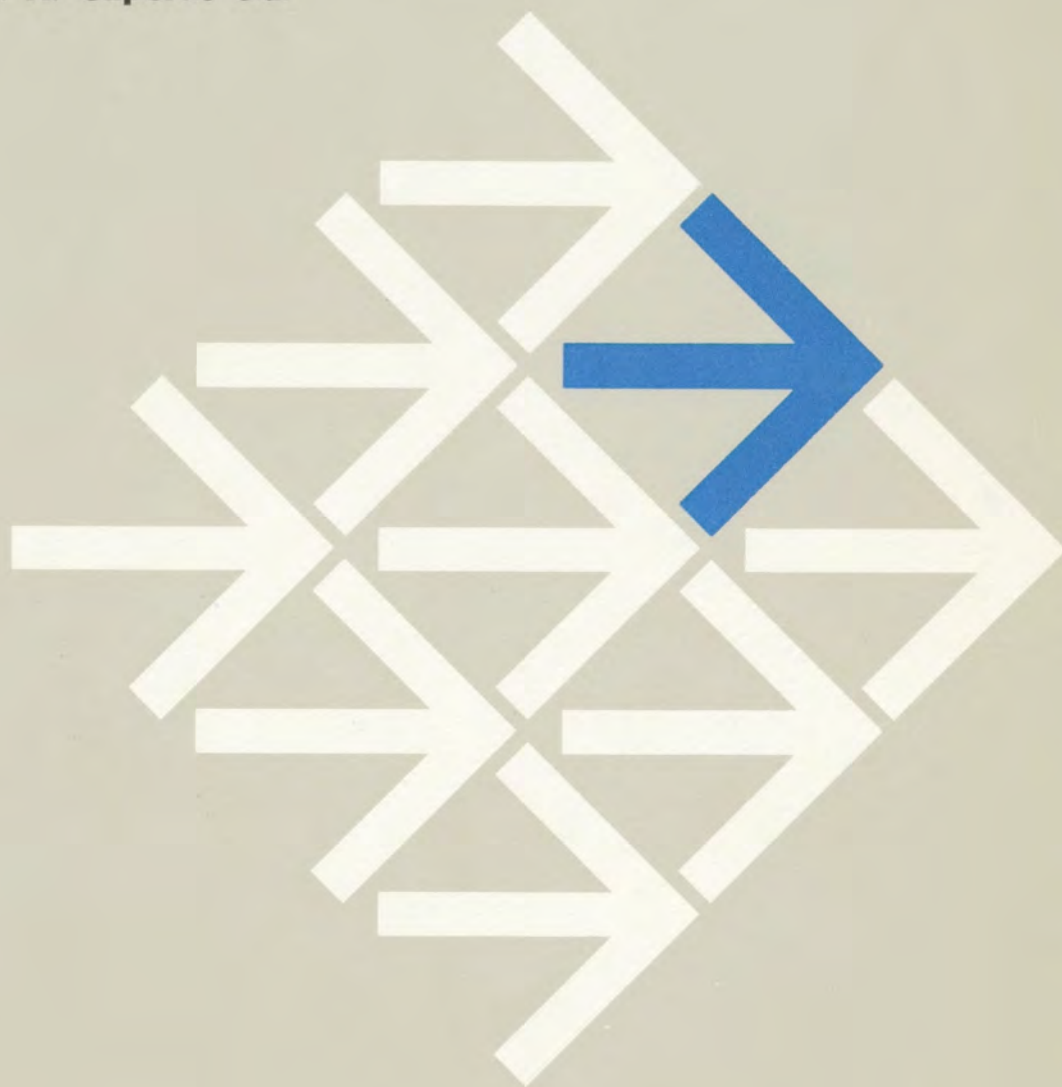


TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK

serie toekomststudies uit de ingenieurswetenschappen

Verkeersmiddelen

door prof. ir. J. L. H. Cuperus e.a.



De **STICHTING TOEKOMSTBEELD DER TECHNIEK** is op 6 februari 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs met als doelstelling:

het initiëren, begeleiden en ondersteunen van studies die beogen, vanuit verschillende gebieden van de techniek, bij te dragen tot meer integrale visies op de samenleving van de toekomst; voorlichting te geven of mede te werken bij het geven van voorlichting, in het bijzonder aan de Nederlandse samenleving, over de mogelijke toekomstige ontwikkelingen der techniek met het oogmerk hierdoor bij te dragen tot het op harmonische wijze invoegen van die ontwikkeling in de samenleving. De voorlichting, zowel van de Stichting zelf als van de Stichting in samenwerking met andere organisaties, zal geschieden in algemeen toegankelijke wetenschappelijke publikaties.

De serie publikaties zal niet alleen individuele bijdragen en resultaten van studiegroepen omvatten, maar ook elders reeds verschenen informatie — al dan niet in de vorm van samenvatting of overzicht — voor zover deze informatie van belang geacht wordt voor het op gang brengen van studies binnen of buiten het kader van de Stichting, dan wel voor het verbreden of verdiepen van zodanige studies.

Een overzicht van reeds verschenen en van binnenkort uit te geven publikaties is gegeven aan de binnenzijde van het achterblad. De publikaties kunnen rechtstreeks bij de Stichting worden besteld.

De Stichting is gevestigd in het gebouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage, tel. 070-646800.

E R R A T A

Publicatie no. 3 VERKEERSMIDDELEN

- omslag : prof. ir. J. L. A. Cuperus e. a.
 pag. 7 : regel 2 v. o. invullen "alpha"- en "beta"-wetenschappen
 pag. 15 : linker kolom tussen regel 12 en 13 v. b. invoegen:
 "spoedig overtroffen door grotere schepen, zoals de
 Tokio Maru van ca. 152.000 ton dw."
 pag. 22 : rechter kolom regel 8 v. o. "sleepboten" m/z "sleepschepen"
 pag. 28 : rechter kolom regel 15 v. o. "mogen" vervalt
 pag. 30 : rechter kolom regel 5 v. o. komma na "industriële" vervalt
 pag. 31 : rechter kolom figuur 1; "wielstellen" m/z "wielstel"
 pag. 36 : rechter kolom regel 27 v. b.; "uitgagaan" m/z "uitgegaan"
 pag. 38 : linker kolom regel 22/23 v. b.; "blijvan" m/z "blijven"
 pag. 38 : rechter kolom regel 9 v. o.; achter "cilinders" een komma
 pag. 39 : rechter kolom regel 1 v. b. "tegenstelling"
 pag. 40 : regel 2 v. b.; "T von Kraman" m/z "T. von Karman"
 pag. 42 : rechter kolom regel 20 v. o. "belangrijke" m/z "belangrijk"
 pag. 42 : rechter kolom regel 18 en 17 v. o. "berüst bij" m/z "vormt weer"
 pag. 43 : linker kolom regel 12 en 13 v. b. moet luiden:
 "men kan denken aan niet blokkerende remsystemen
 en remsystemen zonder looptijd voor vrachtauto's"
 pag. 44 : linker kolom regel 10 v. o. "ruimtegebrek" m/z "ruimtegebruik"
 pag. 46 en 49 : de illustraties 3 en 5 zijn van de hand van A. L. Théri te Rotterdam
 pag. 50 : rechter kolom regel 22 v. o. "geschat worden nodig te wezen" m/z
 "als benodigd geacht worden"
 pag. 51 : linker kolom regel 24 v. o. "bij" vervalt
 pag. 55 : rechter kolom noot regel 1 "de" vervalt
 pag. 57 : linker kolom regel 3 v. b. "dan" vervalt
 pag. 58 : linker kolom regel 10 en 11 v. b. moet luiden:
 "passagiersbewegingen en 52 vliegtuigbewegingen..."
 pag. 61 : tabel 5 tweede kolom het *) moet staan achter de types "standaard"
 en "aanvoertype" en vervalt achter "mini-type"
 pag. 62 : linker kolom regel 11 v. o. "langte" m/z "lengte"
 pag. 63 : rechter kolom regel 17 v. o. moet luiden:
 "met vier draaibare stuurstralen van de motor"
 pag. 63 : rechter kolom regel 8 v. o. moet luiden:
 "toepassing van V/STOL straalvliegtuigen...."
 pag. 69 : linker kolom regel 5 v. b. moet luiden: "M > 10...."
 pag. 77 : regel 1 en 2 v. b. "hebben te" vervalt
 pag. 79 : regel 17 v. b. "dit verkeer" m/z "het daaruit afgeleide verkeer...."

I N H O U D

VOORWOORD	blz. 5
INLEIDING	
door prof. ir. J. L. A. Cuperus, Hoogleraar em. aan de Technische Hogeschool te Delft	blz. 7
DE ONTWIKKELING VAN DE VERKEERSMIDDELEN IN DE ZEEVAART	
door prof. ir. J. H. Krietemeijer, Hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft	blz. 11
DE ONTWIKKELING VAN DE VERKEERSMIDDELEN IN DE RIVIER- EN BINNENVAART	
door ir. G. Veldhuizen, Dir. N. V. Scheepswerf en Mach. fabr. "De Biesbosch".	blz. 21
DE TOEKOMST VAN HET RAILVERKEER	
door ir. F. Oudendal, Hoofding. Werkspoor N. V., Utrecht	blz. 31
TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN IN HET WEGVERKEER	
door prof. ir. G. J. van der Burgt, Hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft	blz. 41
DE TOEKOMST VAN DE LUCHTVAART	
door prof. ir. H. Wittenberg, Hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft	blz. 55
NABESCHOUWING	
door prof. ir. J. L. A. Cuperus, Hoogleraar em. aan de Technische Hogeschool te Delft	blz. 75

VOORWOORD

In het geschrift, dat de "Stichting Toekomstbeeld der Techniek" hierbij aan U voorlegt, geven een vijftal deskundige schrijvers hun persoonlijke visie op de toekomstige ontwikkeling van vijf belangrijke verkeersmiddelen. De schrijvers pleegden onderling wel overleg, maar behielden de verscheidenheid hunner inzichten.

Prof. Cuperus omlijstte de vijf tafrelen met een samenvattend voor- en nawoord.

Vooraf de conclusies van dat nawoord prikkelen tot verder onderzoek. Immers, de door hem bepleite integrale visie op het totale complex van verkeers- en vervoersproblemen en het daaruit voortvloeiend beleid, zullen moeten stoeien op de kennis van een groot aantal feiten en ontwikkelingen, waarvan een belangrijk deel, dat technisch en economisch van karakter is, door de ingenieurswereld kan worden verzameld en bestudeerd.

Teneinde het onderzoek hiernaar op gang te brengen, stelt de Stichting Toekomstbeeld der Techniek zich voor, op korte termijn een symposium te organiseren, waarin de probleemstelling nader wordt gepreciseerd en uitgewerkt, om daarna de verschillende onderwerpen aan studiegroepen, hoofdzakelijk gevormd uit leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, ter verdere bestudering en oplossing toe te vertrouwen.

Op deze wijze hoopt het Bestuur tot een diepgaande samenvattende analyse te komen van de vele factoren van technische en economische aard, die het vervoerprobleem beïnvloeden en het beleid mede bepalen.

Indien de hierna volgende opstellen U, lezer, aanzetten tot het leveren van beschouwingen of de formulering van vragen, dan hopen wij Uw reacties te mogen ontvangen op het adres der "Stichting Toekomstbeeld der Techniek" Prinsessegracht 23, Den Haag.

's-Gravenhage, 27 februari 1968

INLEIDING

door prof. ir. J. L. A. Cuperus

Als wij spreken over de wereld van morgen, zeg over 17 jaar^{*)} (1985) en van overmorgen, over 34 jaar (2002), en van de volgende week, d.w.z. over 7 x 17 jaar = 119 jaar (2087), dan bepalen wij ons tot een korte tijdsperiode. En als wij op de achter ons liggende eeuwen letten en achterom kijken naar de zeer korte spanne tijds, die wij zelf beleefden in de wereld van gisteren - 17 jaar geleden (1951) - en eergisteren, 34 jaar geleden (1934), en wat onze grootouders en overgrootouders beleefden in de vorige week, 119 jaar geleden (1849), dan is te begrijpen dat de ontwikkeling van de techniek ons beklemmt, en dat wij daarover vandaag te zamen willen nadenken en overleggen.

De technische ontwikkeling van de samenleving sinds de vorige week is in de geïndustrialiseerde gebieden van de aardbol (1 miljard mensen) groot geweest en zal in de volgende week nog groter worden, en zich mogelijk adembenemend snel gaan voltrekken.

Daartegenover staat de technische ontwikkeling van de samenleving in de on- en minder ontwikkelde gebieden (2 miljard mensen), die voorlopig nog een langzame groei zal vertonen en relatief steeds meer achterblijven bij die van de geïndustrialiseerde gebieden. Deze divergentie in de ontwikkeling leidt tot spanningen. Aan te nemen is dat bij toeneming van deze divergentie de spanningen zich zullen vergroten, mogelijk zich zullen ontladen in revoltes en nog grotere rampen.

Meer hoopvol daarentegen klinken de resultaten van de enquête gehouden door de Rand Corporation, California, die (onder veel andere zaken) veronderstelt, dat "international agreements which guarantee certain economic minima to the world's population as a result of high production from automation", tot de mogelijkheden zouden behoren in de eerste helft van de volgende eeuw.

Mensen van het heden houden zich in toenemende mate met deze groeiproblemen bezig wegens de taak, die zij in de gemeenschap moeten vervullen, niet alleen heden, maar ook morgen (1985) én overmorgen (2002), opdat aan de menselijke samenleving in de volgende week (2087), d.i. aan het einde van de volgende eeuw, een goed fundament worde gegeven. Hoewel 100 jaar vooruitzien niet mogelijk is, behalve door een enkele ziener als Jules Verne, is de ontwikkelingsgang daarheen toch wel voorstelbaar en het bepalen daarvan dringend gewenst.

Een groei-proces is gebaseerd op een bestaande toestand; met de stabiliteit of beweeglijkheid daarvan moet rekening worden gehouden. Het traditionele denken echter mag het groei-proces niet in de weg staan en tot ongewenste vertraging of stilstand aanleiding geven. Evenmin deugt het wanneer de gedachten ongebreideld vooruithollen en het doel voorbij schieten.

Een groeilijn wordt bovendien beïnvloed door tijdelijke en plaatselijke ups en downs, waardoor men zich niet te veel mag laten afleiden. Men moet deze ups en downs aanvaarden als normaal verschijnsel, ze trachten te beheersen en daarbij de trend der ontwikkeling goed in het oog houden. Wij moeten te zamen overdenken hoe onze generatie zich mentaal zal moeten instellen en wat wij zullen moeten doen voor het welzijn van de mensheid in de toekomst. Een zeer moeilijke opgave, die slechts een begin van oplossing zou kunnen verkrijgen indien

- en -wetenschappen gezamenlijk de achtergrond van het toekomstig gebeuren konden zien en de richting van de weg naar die toekomst konden aangeven.

*) het getal 17 is gekozen, zijnde het aantal uren dat de valide mens in een etmaal wakende doorbrengt.

Tegen deze achtergrond zal ook de ingenieur zijn taak moeten zien en zijn werk verrichten. Hij zal bovendien de beoefenaars van andere vakgebieden en de politici moeten informeren welke mogelijkheden de huidige ontwikkeling van de techniek (in al haar facetten) biedt voor het vervullen van de meest urgente behoeften voor "morgen", voor "overmorgen" en voor "de volgende week". Daarbij zal een select gebruik van hetgeen vooral technisch tot ontwikkeling komt aandacht moeten hebben.

Het meest belangrijke daarbij is gezamenlijk vast te stellen wat de prioriteiten zijn van deze behoeften, afgestemd op de maatschappelijke situatie van het betrokken gebied dezer aarde, en afgestemd op de hoeveelheid mankracht en geld, die voor de vervulling van de behoeften in dat gebied beschikbaar is.

Als eerste prioriteit noemen wij de ontwikkeling van de geest, in het bijzonder: onderwijs en opleiding, en als eerste behoefte voor de groei van een cultuurpatroon: de communicatie in de meest algemene zin, dat wil zeggen de verbinding tussen mensen, mensengroepen, en gebieden waar mensen leven.

De communicatie is heden ten dage niet alleen te zien als een belangrijke factor, doch is voor een redelijke existentie een noodzakelijkheid geworden.

De wijze waarop mensen met elkaar verkeren is te onderscheiden in twee beginselen.

1. Direct menselijk verkeer door persoonlijke ontmoeting (face to face).
2. Indirect menselijk verkeer door een daarvoor gekozen of aangewezen intermediair.

Als afgeleide van deze directe en indirecte wijze van menselijk verkeren moet hieraan onmiddellijk worden toegevoegd:

3. Goederen transport.

Het verkeer tussen mensen in algemene zin en het daaruit afgeleide transport van mensen en goederen heeft als basis van de samenleving van de oudste tijden af plaatsgevonden. Het is door de eeuwen heen zeer geleidelijk tot ontwikkeling gekomen tot omstreeks 1800.

De invloed die de daarna plaats gehad hebbende industriële ontwikkeling, door toepassing van een nieuwe energiebron (de steenkool), op de transportwijze van mens en goed heeft gehad, is voldoende bekend. De overgang naar de 20^{ste} eeuw kenmerkte zich door een nieuwe impuls in de ontwikkeling nl. de toepassing van de inmiddels gevonden energiebron olie en de transmissiemogelijkheid van electriciteit, terwijl nu, slechts ruim een halve eeuw later - het aardgas daargelaten - een duizelingwekkende stijging in opgaande lijn zichtbaar wordt mede door de toepassing van de kernenergie. Omstreeks 2000 (in onze gedachtengang dus "overmorgen") verwacht men een energiegebruik, dat 4x groter is dan heden ten dage.

De aldus in het kort beschreven energie-explosie van deze eeuw, met als gevolg de industriële groei en de daaruit voortvloeiende toeneming van productie en transport, hebben tot gevolg gehad dat bepaalde landen belangrijk in welvaart zijn toegenomen en sommige tot grote rijkdom zijn gekomen.

Het behoeft geen betoog, dat deze industriële groei dáár het grootst is geweest, waar onderwijs, opleiding en communicatie het meest tot wasdom zijn gekomen en met die groei gelijke tred hebben gehouden.

Wel kan men verschillen ontdekken in de bereikte welvaart van de landen onderling, verschillen die mede ontstaan zijn door meer of minder doelmatige leiding, door meer of minder inzicht omtrent het vaststellen van de eerder genoemde prioriteiten, en vooral door het voorhanden zijn of ontbreken van politieke activiteit, in het bijzonder van politieke stabiliteit.

Men vraagt zich af in dit verband, wat er in Nederland in de toekomst zal moeten worden gedaan om deze grote en snelle ontwikkeling de baas te blijven, en vooral er weloverwogen leiding aan te geven. Daarbij moet ook en wel dringend de vraag worden gesteld op welke wijze de communicatie zal moeten gaan functioneren als dienend element van de zich aldus

ontwikkende samenleving. Nog steeds is de directe wijze van verkeren (face to face) de meest natuurlijke en ook de meest profijtelijke, omdat het menselijk eigene dit verkeer direct beïnvloedt en bij de uitwisseling van gedachten meespreekt. Echter is de indirecte schriftelijke weergave van geuite gedachten een niet te ontberen hulpmiddel zodra de communicatie een karakter aanneemt, waarbij een meer exacte wijze van uitdrukken gewenst of nodig is voor blijvende vastlegging. Hoe dit zij, de grondslagen voor de communicatie: het directe en indirecte menselijk verkeer en het daaruit afgeleide goederentransport zijn nog steeds geldend - alleen de middelen daartoe zijn in de 19^e en 20^{ste} eeuw aanzienlijk veranderd.

De bovenstaande beschouwingen over de communicatie in algemene zin dienen als inleiding voor een reeks publicaties over de te verwachten ontwikkeling van de voornaamste verkeersmiddelen, en wel te water, te land en in de lucht. *)

Verschillende schrijvers zijn bereid gevonden hun gedachten over dit onderwerp op papier te zetten. Behandeld zullen worden:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| het verkeer te water | : 1. de zeevaart door prof. ir. J. H. Krietemeijer.
2. de binnenvaart door ir. J. Veldhuyzen. |
| het verkeer te land | : 3. het railverkeer door ir. F. Oudendal.
4. het wegverkeer door prof. ir. G. J. van der Burgt. |
| het verkeer in de lucht | : 5. de luchtvaart door prof. ir. H. Wittenberg. |

Zij zullen ieder voor zich hun visie geven op hetgeen in ontwikkeling is en in de toekomst verder kan worden verwacht ten aanzien van de door hen behandelde verkeerssoort.

Mogen belangstellenden, in het bijzonder onze overheden en de transportindustrie, geïnteresseerd zijn met hetgeen de schrijvers in dit gebundelde geschrift naar beste weten hebben naar voren gebracht.



*) Andere transportwijzen, die als zodanig niet tot de verkeerssector kunnen worden gerekend, en waarvan de pijpleiding wel de meest belangrijke is, als ook de informatie, d. w. z. de communicatie met behulp van de electrotechniek (electronica), blijven in dit kader buiten beschouwing.

DE ONTWIKKELING VAN DE VERKEERSMIDDELEN IN DE ZEEVAART

door prof. ir. J. H. KRIETEMEIJER

1. INLEIDING

De verkeersmiddelen in de Zeevaart vormen in het algemeen voor het transport van grotere hoeveelheden stukgoederen en massa-goederen de enige verbindingsmogelijkheid tussen samenlevingen op continenten en in landen die door oceanen en zeeën zijn gescheiden.

Ten aanzien van het vervoer van passagiers en mail is in de laatste 20 jaren de plaats die het schip voordien innam in belangrijke mate ingeruimd aan het vliegtuig.

Het goederentransport over zee vormt een belangrijke schakel in een vervoersketen van producent naar consument.

Het is duidelijk dat bij de plaatsen van laden en lossen der schepen, dus de havens, de problemen van aan- en afvoer dan wel opslag en "grouping" der goederen, zich spreiden over andere soorten van verkeersmiddelen volgens figuur 1.

Tussen 2 havens, H_1 en H_2 , vindt het zee-transport plaats, terwijl in H_1 en H_2 de goe-

derenoverslag plaats vindt, in welke vorm dan ook. Dit laatste brengt een eigen problematiek mee.

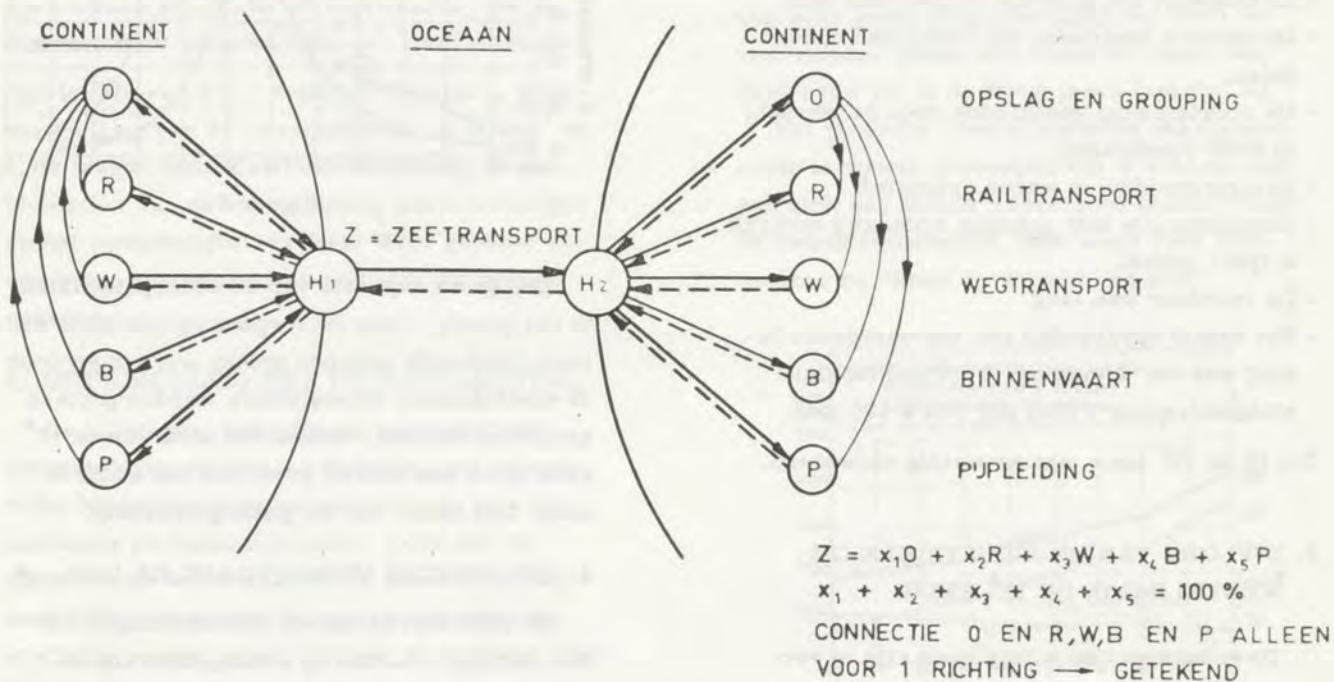
In het algemeen bestaat er een kwantitatieve goederenverdeling volgens de relatie

$$Z = x_1 O + x_2 R + x_3 W + x_4 B + x_5 P$$

waarin $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100\%$.

Bovendien bestaat er een relatie tussen O enerzijds en R , W , B en P anderzijds. Hoe zich de coëfficiënten x_1 t/m x_5 onderling verhouden hangt af van locale geografische condities, technische outillage in havens, en verbindingen met het achterland.

Behalve de kwantitatieve relatie bestaat er een kwalitatieve relatie tussen de verschillende soorten vervoersmogelijkheden, waarbij factoren als snelheid, vrachtprijs, regionale en internationale politiek enz. een rol kunnen spelen. Reeds nu moet gezegd worden, dat deze gehele problematiek van goederentransport over zee, dus ook van de verkeersmiddelen daarvoor,



Figuur 1. Relatie zeetransport en aansluitende transportmogelijkheden.

dus de schepen, niet los kan worden gezien van de problematiek van het goedertransport langs Rail, Weg, Binnenwater en Pijpleiding. Daarbij speelt schaalvergroting een belangrijke rol.

Er moet met klem worden benadrukt dat samenspreken en overleggen inzake planning op lange termijn van verkeersmiddelen op de verschillende gebieden, tussen scheepsbouwers, reders, verschepers, stuwadoors en deskundigen van binnenvaart, wegtransport en railtransport noodzakelijk is. In dit opzicht moet van overheidswege research worden bevorderd ten dienste van de door die Overheid of groep van Overheden (bijv. E. E. G.) te nemen beleidsbeslissingen.

Ter betere begripsvorming wordt in de volgende paragrafen een overzicht gegeven van de zeevaart, terwijl daarbij hier en daar een kanttekening zal worden geplaatst.

2. AANVANKELIJKE ONTWIKKELING VAN HET SCHIP.

Eeuwen lang bleven vaartuigen klein en was er slechts een geringe technische vooruitgang in een sterk ambachtelijk ingestelde productie die stoelde op ervaring en traditie.

Hoofdkenmerken waren:

- de bouwstof der scheepsrompen was hout.
- De casco's bestonden uit honderden onderdelen.
- De voortstuwing geschiedde door handkracht of door windkracht.
- Navigatiemiddelen waren primitief.
- Communicatie met schepen onderweg ontbrak vrijwel geheel.
- De reisduur was lang.
- Het aantal opvarenden per ton vervoerde lading was ca. 1 man per 2 à 5 ton (modern stukgoed-schip 1 man per 300 à 400 ton).

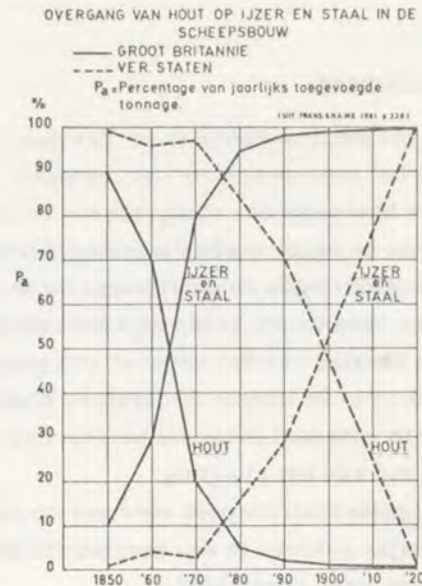
Tot in de 19^e eeuw was er weinig veranderd.

3. INVLOED VAN DE INDUSTRIËLE OMWENTELING IN DE 19^e EEUW.

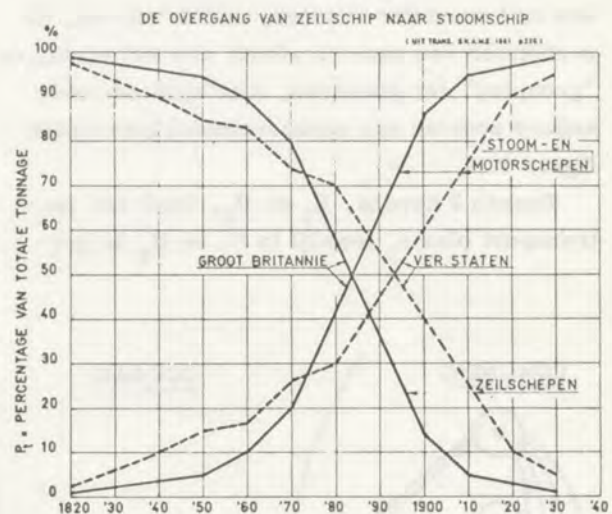
Twee belangrijke wijzigingen zijn te vermelden:

- De overgang op ijzer en staal als bouwstof voor de scheepsrompen (zie fig. 2).

- De toepassing van de stoommachine voor de aandrijving van voortstuwings (zie fig. 3).



Figuur 2.



Figuur 3.

Een grote expansie van de scheepstechniek is het gevolg. Door de toepassing van ijzer en staal konden de schepen groter worden en door de mechanische voortstuwings werden grotere snelheden bereikt. Vooral het eind van de 19^e eeuw geeft een sterke groei van het schip te zien, met name van het passagiersschip.

4. TECHNISCHE VOORUITGANG NA 1900.

Na 1900 zijn er enkele ontwikkelingen die een stempel drukken op scheepsontwerp en scheepsbouw. De belangrijkste zijn:

- voortgang van onderzoekingen op het gebied van weerstand en voortstuwing.

- de ontwikkeling van de dieselmotor.
- de invoering van elektrisch lassen in plaats van klinken.
- de opkomst van de luchtvaart.
- de ontwikkeling van het schip voor vloeibare en droge lading in bulk.
- de expansie van havens en toegangswegen daarheen.
- specialisering van passagiers- en stukgoederen transport.
- ontwikkelingen in de zeesleepvaart en de visserij.
- ontwikkeling van zeevaart voor bijzondere doeleinden.
- ontwikkeling van scheepvaart voor oceanografisch-onderzoek.
- ontwikkeling van de toepassing van kernenergie bij de voortstuwing.

Van elk van deze ontwikkelingen volgt nu een beschouwing:

5. ONDERZOEKINGEN OP HET GEBIED VAN WEERSTAND EN VOORTSTUWING.

Baanbrekend werk is in de vorige eeuw verricht door William Froude (1810-1879), een ingenieur van de Britse Admiraliteit. Froude had reeds in 1867 zijn beroemde modelwet (Law of Comparison) opgesteld. Deze wet stelt, dat de uitkomsten van proeven met schepen en modellen daarvan slechts zijn te vergelijken als voldaan wordt aan de voorwaarde, dat de dimensieloze verhouding $\frac{v}{\sqrt{gL}}$ voor beide gelijk is. Hierin is v = snelheid in m/sec, g de versnelling van de zwaartekracht in m/sec^2 en L de lengte in m. Een beter inzicht in de problematiek van de voortstuwing werd verkregen en het uiteindelijke resultaat werd geboekt in een beter rendement van nieuw te ontwerpen schepen.

6. ONTWIKKELING VAN DE DIESELMOTOR.

De toepassing van olie als brandstof op stoomschepen in plaats van kolen, gaf belangrijke besparingen op het gewicht van ketelininstallaties en bunkerinhouden. Toen ook de dieselmotor werd ontwikkeld, bleef deze aanvankelijk toch achter bij de stoomturbine-installatie, vooral bij de grotere vermogens. Het motorschip maakt echter de laatste jaren opgang, ook waar het gaat om vermogens tot 25.000 à 30.000 pk per schroef.

De turbinebouwers beantwoordden de groei van de dieselmotor door hogere stoomdrukken en temperaturen toe te passen en de installaties lichter te bouwen. Anderzijds heeft de mogelijkheid tot verbranding van zware olie in dieselmotoren weer een positief punt voor de voorstanders van dieselmotoren opgeleverd. Men kan wel zeggen dat thans het gebied van de zeer grote vermogens boven ca. 32.000 pk per schroef aan de stoomturbine voorbehouden blijft.

Rederijbelangen (operationele en economische) spelen bij de keus vanzelfsprekend een belangrijke rol.

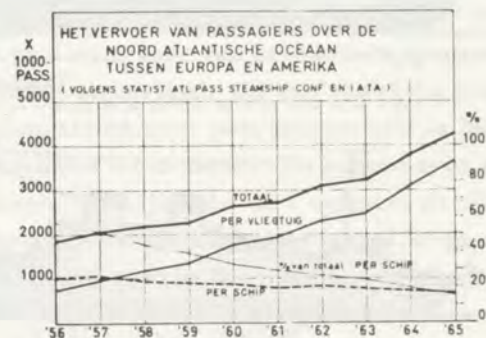
7. DE INVOERING VAN ELEKTRISCH LASSEN IN PLAATS VAN KLINKEN.

Hierdoor kon een lichtere scheepsromp worden verkregen bij gelijke waterverplaatsing. Dit betekent meer lading per reis, of een groter te installeren machinevermogen en dus een grotere snelheid. Het is nu mogelijk om de grootste schepen geheel gelast te bouwen.

8. DE OPKOMST VAN DE LUCHTVAART.

De burgerluchtvaart heeft vooral voor de intercontinentale verbindingen na de 2^e wereldoorlog zo'n grote vlucht genomen dat van een belangrijke achteruitgang van de passagiersscheepvaart kan worden gesproken. De bouw van zeer grote passagiersschepen heeft nu veel minder plaats dan vanaf het begin van deze eeuw tot in de 30'er jaren (zie fig. 4).

Het moderne transatlantische passagierschip is vooral ontworpen om te voldoen aan een zich nog steeds uitbreidend aanbod vanuit de toeristenindustrie, met name voor luxecruises en "Rond de Wereld" reizen.



Figuur 4.

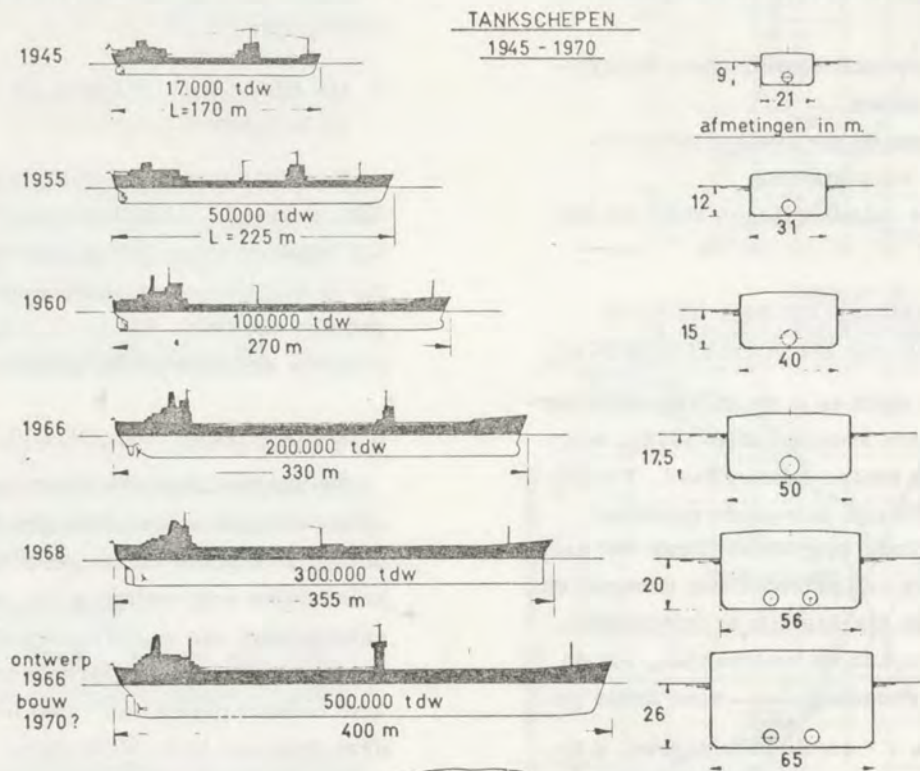
Hoewel de lucht-vrachtvaart in betekenis toeneemt, heeft dit op het totale vervoer van goederen per schip nog nauwelijks invloed en zeker niet op het massagoederenvervoer. Waarschijnlijk zal het luchtvrachtvervoer ca. 1 à 1½% bedragen van het zeevrachtvervoer.

9. HET SCHIP VOOR VLOEIBARE LADING IN BULK, HET TANKSCHIP.

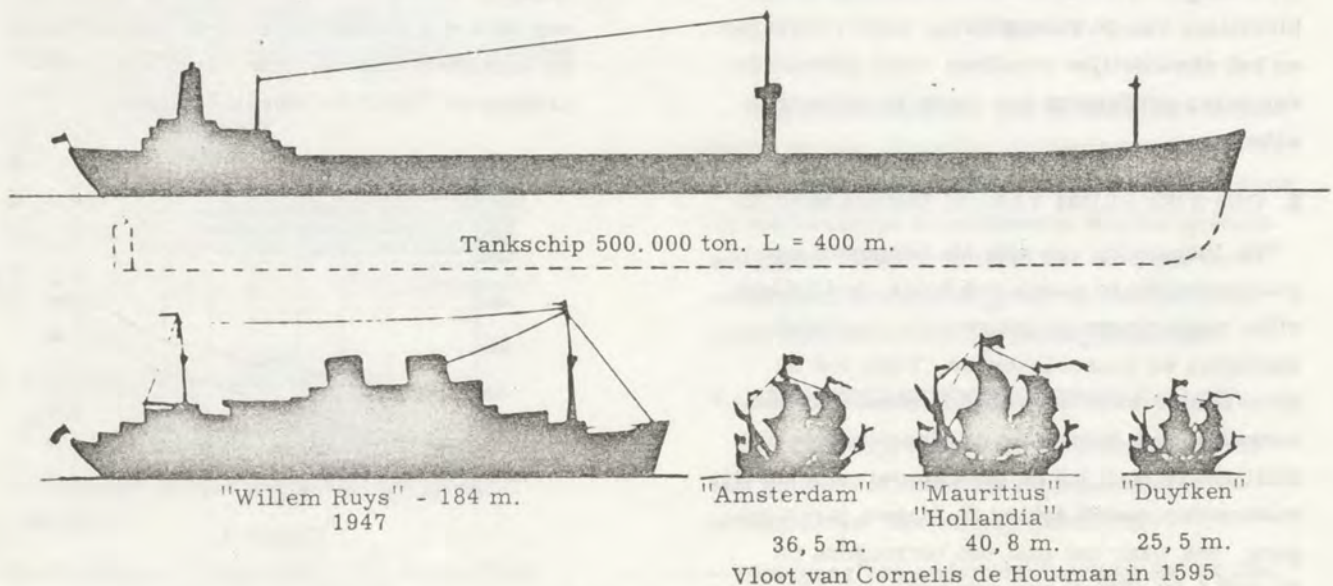
De meest spectaculaire groei geeft het tankschip te zien (zie figuren 5 en 6). Vóór de

laatste wereldoorlog behoorde de "general purpose" tanker van ca. 12.000 ton deadweight (dw), in vrijwel geheel geklonken uitvoering, tot de gangbare klasse en kon tot de grootste worden gerekend. Onder "deadweight" wordt verstaan het gewicht van lading + brandstof + smeerolie + proviand. Tijdens de oorlog kwam het tankschip van ca. 16.000 ton dw. in gebruik, waartoe ook de beroemde T2-tanker behoort.

Na de oorlog nemen de afmetingen steeds toe. De schepen worden vrijwel geheel in gelaste



(Figuur 5.)

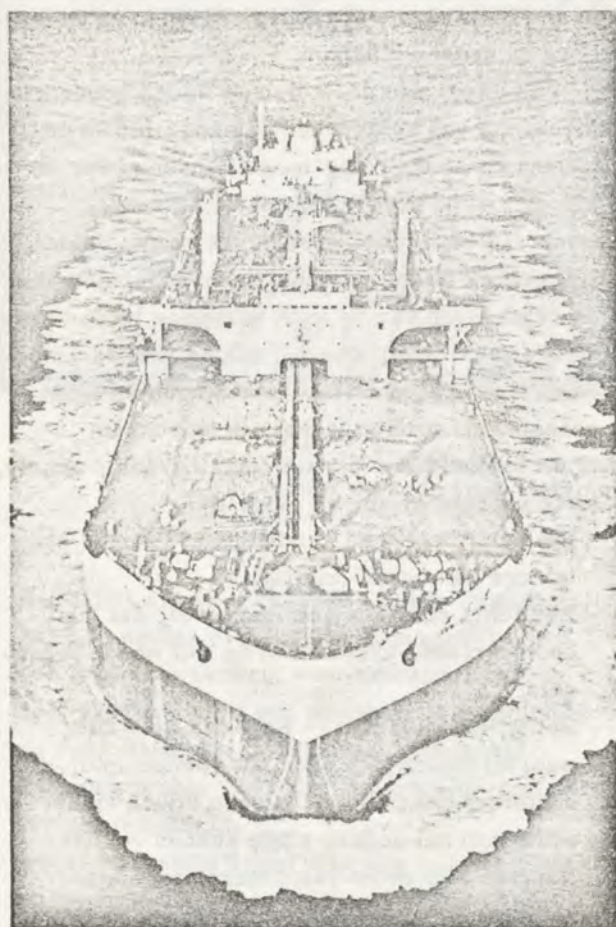


Figuur 6.

uitvoering gebouwd en zowel dieselmotoren als turbines worden toegepast.

In 1954 werd in Hamburg de "Tina Onassis" van ca. 45.000 ton dw. in dienst gesteld, maar vooral als gevolg van de Suez-crisis in 1956 ontstond enkele jaren later de 100.000 tonner.

Het aantal zeer grote schepen nam sterk toe en gedurende de laatste jaren heeft vooral de Japanse scheepsbouwindustrie de verdere stoot gegeven tot de bouw van "supermammoet" tankers. In 1962 kwam de "Nissho Maru" van 132.000 ton dw. gereed maar werd al en de "Idemitsu Maru" van 210.000 ton dw. in 1966 (zie figuur 7).



Figuur 7.
Tankschip "Idemitsu Maru" van
210.000 ton deadweight.
Lengte 342 m. Stoomturbines 33.000 pk.
Bouwer: Ishikawajima Harima Heavy Ind.
Japan

Intussen is bekend dat nog grotere schepen zijn besteld en wel tot 300.000 ton dw. Voorts zijn plannen uitgewerkt voor schepen van 500.000 ton, terwijl er reeds sprake is van 1.000.000 ton dw. (= 1 megaton).

De groei van deze schepen berust geheel op economische overwegingen.

- In de eerste plaats zijn de investeringskosten per ton dw. voor het grotere schip lager. Een recente opgave daarvan geeft Tabel 1.

Tabel 1.

tonnen dw.	prijs per ton dw.
50.000	ca. \$ 110
100.000	ca. \$ 90
200.000	ca. \$ 75

- In de tweede plaats is het machinevermogen voor de zeer grote schepen niet zo veel groter dan voor de kleinere. Zie hiervoor Tabel 2, deze geldt voor ca. 16 knoop¹⁾ dienstsnelheid.

Tabel 2.

tonnen dw.	max. diepgang in m.	machinevermogen (globaal) in pk.	aantal schroeven
50.000	ca. 12,0	ca. 18.000	1
100.000	ca. 15,0	ca. 24.000	1
150.000	ca. 16,0	ca. 28.000	1
200.000	ca. 17,5	ca. 30.500	1
276.000	ca. 20,0	ca. 36.000	2

- Voorts maakt het aantal bemanningsleden voor de kleinere en grote schepen niet zoveel verschil. De 275.000 tonner heeft ca. 32 man bemanning en dit is voor de 100.000 tonner nagenoeg hetzelfde. De exploitatiekosten per ton vervoerde lading zijn dan ook voor de grote schepen aanmerkelijk lager.

Er is echter een aantal belangrijke belemmeringen.

Ten eerste moeten de laad- en losplaatsen aan diep tot zeer diep water zijn gelegen (zie max. diepgang in Tabel 2). Hierbij doet zich het probleem voor van het verdere transport naar het achterland. Dit kan zowel via een pijpleiding alsook door overpompen van de lading in kleinere tankschepen. Zo kunnen zeer grote schepen van bijvoorbeeld 1 megaton de olie aanvoeren tot aan diepwaterhavens langs de Atlantische kust in Engeland waarna de olie met schepen van 50.000 ton over de Noordzee kan worden doorvervoerd.

1) = ca. 30 km/h.

Ten tweede moeten de toegangsvaarwegen voldoende diep zijn of gemaakt worden, als men de zeer grote schepen tot havens als Europoort, Hamburg enz. wil laten varen. Rekening moet worden gehouden met de lange remweg bij het stoppen en de moeilijkheden van manoeuvreren bij lage vaarsnelheid.

Ten derde moeten er reparatiedokken zijn. Met de bouw daarvan is een aanvang gemaakt op "strategische" punten.

10. HET SCHIP VOOR DROGE LADING IN BULK, DE BULKCARRIER.

Zij dienen voor het vervoer van gestorte ladingen zoals erts, kolen, graan, suiker, bauxiet, e. d. Ook deze schepen zijn de laatste jaren groter geworden (zij het nog niet in die mate als het tankschip) en wel tot 100.000 ton dw. De diepgangen zijn weliswaar niet zo groot als van de tankers, maar kunnen toch waarden bereiken van 14 à 15 m. Daar komt bij dat deze schepen gewoonlijk geen eigen laad- en losinstallatie aan boord hebben en havens moeten binnenvaren waar walinstallaties aanwezig zijn.

Er is nog een type bulkcarrrier voor het vervoer van erts in middenruimen op de heenreis en olie in zijtanks op de terugreis, de zogenaamde ore/oil carrier. De laatste ontwikkeling bij dit type is het schip dat in sommige ruimen ook olie mag vervoeren, het z. g. OBO schip (Ore Bulk Oil).

11. SPECIALE SCHEPEN VOOR PASSAGIERS- EN/OF STUKGOEDEREN.

11.1 Het lijnvrachtschip, thans tot 15.000 ton dw. groot, vervoert stukgoederen in geregelde lijndiensten.

Er is een ontwikkeling, waarbij een aantal punten naar voren komt:

- Een geringe groei van de afmetingen.
- Een sterke toename van de snelheid, welke thans reeds 21-23 zeemijlen per uur bedraagt.
- Snelle ladingbehandeling door z. g. "open schip" en paletisering.
- Toepassing van speciaal zwaar laadgerei.
- Automatisering van machine- en dekbedrijf.
- Mogelijkheid voor containervervoer.
- Gewoonlijk geen passagiersaccommodatie.

11.2 Het speciale containerschip.

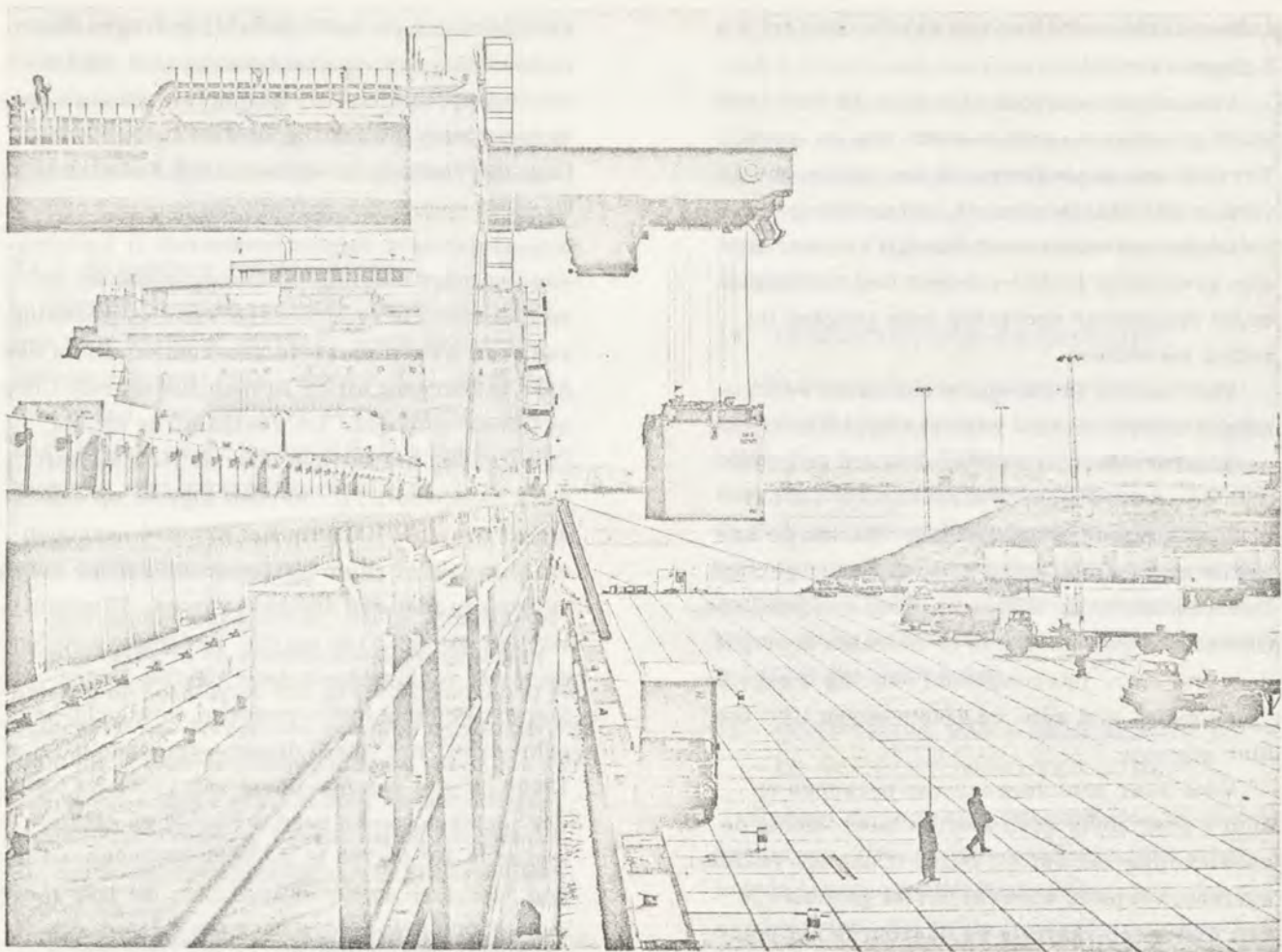
De behoefte om produkten van de producent met de eenvoudigste ladingbehandeling door te voeren naar de consument heeft geleid tot het containerschip.

Bij het containerschip worden de goederen gestuwd in laadkisten die bij voorkeur standaardafmetingen moeten hebben. Hoge eisen worden gesteld aan optimale ladingbehandeling. De haveninstallaties groeien mee. Vooral in Amerika heeft het containervervoer een grote vlucht genomen en in West-Europa begint "containerization" op gang te komen.

Container losinstallaties zijn nu aanwezig of komen spoedig gereed in Rotterdam, Antwerpen, Amsterdam, Hamburg, Bremen en Göteborg en andere plaatsen.

Van uitermate groot belang is een goede afstemming van de aanvoer per zeeschip in de havens op de overslag-mogelijkheden voor de afvoer van de containers uit de havens. Geconstateerd moet worden dat er een duidelijk gebrek is aan gerichte onderzoeken door de regeringen van de west europese landen naar deze afstemming, waarbij ook de verkeersmiddelen voor wegvervoer, spoorwegen en binnenscheepvaart rechtstreeks zijn betrokken. In dit verband zijn bij het containerschip enkele, na te noemen systemen mogelijk:

- Het schip met laad- en losgerei voor de containers aan boord (zie fig. 8).
- Het schip zonder eigen laadgerei, dat dus door containerkranen aan de wal wordt behandeld.
- Het RORO-systeem (= Roll-On-Roll-Off), waarbij voertuigen over het voorschip of achterschip aan boord kunnen rijden en het schip aan het andere einde kunnen verlaten. Daartoe zijn delen van voorschip en achterschip op- of neerklapbaar gemaakt.
- Het LASH-systeem (= Lighter Aboard Ship), dat bestaat uit grote zeeschepen voor de vaart tussen Amerikaanse havens en Europoort waarbij duwbakken in de scheepsromp geladen met behulp van een zeer zware kraan over het achterschip kunnen worden gelost, of, bij een andere opzet, als uit een dok kunnen worden uitgevaren. Deze duwbakken kunnen dan samengevoegd met een duwboot tot een zelfvarende eenheid de Rijn en het overige europese waterwegennet bevaren.



Figuur 8.
S.S. "Container Forwarder" van de Container Marine Lines
langs de kade van Container Terminal te Amsterdam.

- Het MPT-systeem (= Multi Packet Transport). Bij dit engelse projekt kan men spreken van een grote duweenheid voor transport over zee, bestaande uit een duwboot, ladingsecties en boegsectie die in de havens gekoppeld kunnen worden. Hier ligt een parallel met de rivierduweenheid.
- Andere ontwikkelingen zijn nog in volle gang en meerdere systemen zijn of worden ontworpen. Bij deze ontwikkelingen zullen de regeringen in ruime mate het gerichte onderzoek naar optimale uitvoeringsmogelijkheden moeten stimuleren opdat een chaotische versnippering en ontstellend kapitaalverlies worden vermeden.

11.3 Het schip voor de algemene vrachtvaart.

Dit vaart niet in lijndiensten, maar dáár waar zich ladingaanbod voordoet. In feite vallen hieronder ook vele tankschepen en bulkcarriers.

Er is een streven merkbaar om hier te komen tot een "eenheidsschip", men zou wellicht beter kunnen spreken van een schip dat geschikt is voor vele soorten lading, met uitzondering van vloeistoffen.

De ontwikkeling van het "Liberty-Replacement" type is verre van een "eenheidstype" en zeker geen standaardisering, daar er enige tientallen ontwerpen aan de markt zijn.

Het ziet er niet naar uit dat dit scheepstype veel groter dan ca. 15.000 ton dw. zal worden.

11.4 Passagiers/Autoschepen voor korte zee-trajecten.

Door de sterke expansie van het internationale toerisme, wordt goedkope snelle overtocht verlangd over het Engelse Kanaal en de Noordzee tussen Engeland en continentale havens, tussen Zuid-Europa en Noord-Afrika, tussen de Scandinavische havens en op vele

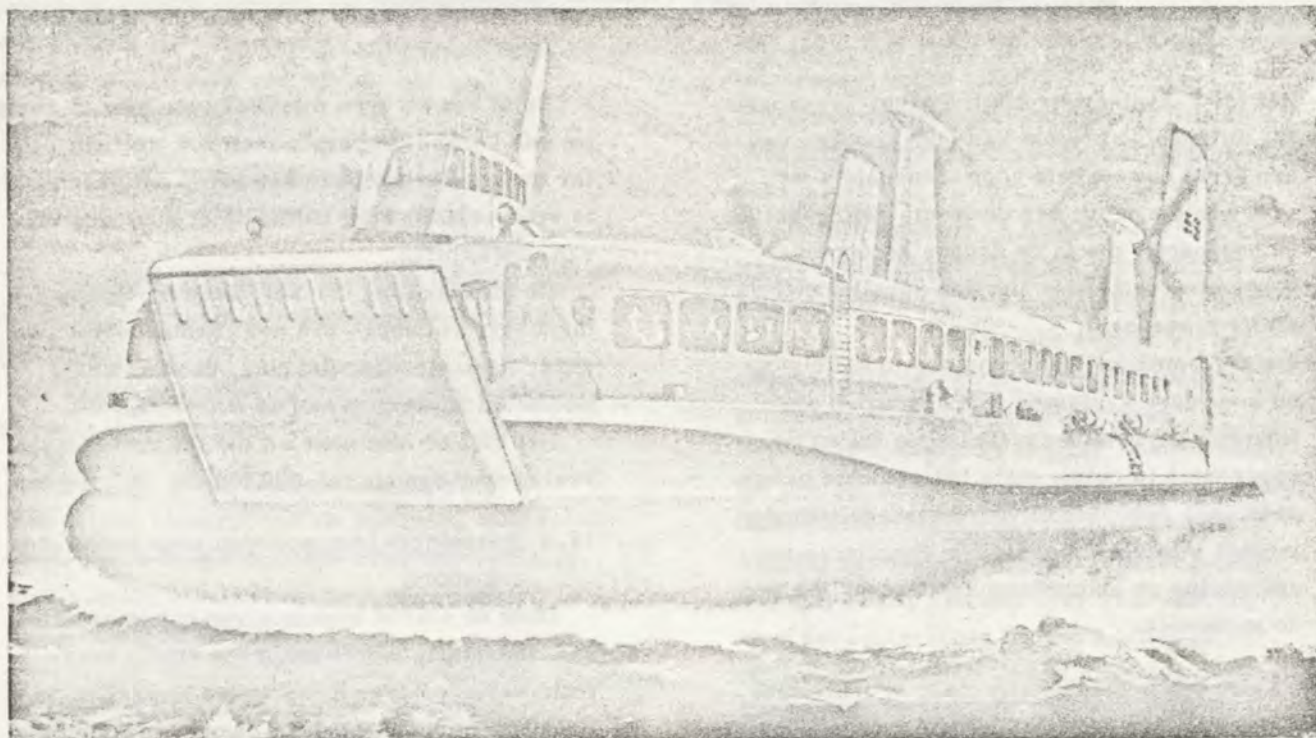
andere korte zeereizen van enkele uren tot 1 à 2 dagen vaartijd.

Vele nieuwe schepen zijn voor dit doel in de vaart gekomen en andere staan nog op stapel. Vervoer van passagiers met hun auto's en caravans in één klasse schepen met moderne toeristische attracties staat daarbij voorop. Het zijn gewoonlijk RORO-schepen met hekdeuren en/of opklapbaar voorschip voor toegang tot ruime autodekken.

Vele havens in Europa hebben snel voorzieningen moeten treffen voor aanlegplaatsen met parkeerterreinen, stationsgebouwen en goede toe- en afvoerwegen. Waarschijnlijk zal het scheppen van deze toeristische vaarten de behoefte nog doen stijgen. Wel vormt het geringe ladingaanbod in de wintermaanden een probleem. Getracht wordt om hierin te voorzien door goederenvervoer. Internationaal overleg inzake de "terminals" met aan- en afvoerwegen lijkt ook hier gewenst.

Voor zeer snel vervoer van personen en auto's over korte zeetrajecten moet voorts de ontwikkeling van het ACV (Air-Cushion-Vehicle) systeem vermeld worden. Strikt genomen is een ACV geen vaartuig en daarom is het beter om van luchtkussen-voertuig te spreken. Het kan zich zowel vlak boven water als boven land

voortbewegen en wordt daarbij gedragen door een luchtkussen. In ruststand kan het op het water drijven of op het land staan. Er zijn goede toekomstverwachtingen voor dit type voertuig. Zo heeft op 12 oktober 1967 de bekende General Steam Navigation Company te Londen bekend gemaakt dat een hovercraft (= luchtkussen-voertuig)-afdeling wordt opgericht om de mogelijkheid te onderzoeken van de toepassing van deze ACV's op korte zee-routes. Er is een ACV in aanbouw bij de British Hovercraft Corp. in Cowes op Wight. Dit voertuig, de SR. N4. (zie fig. 9), zal in 1968 door de British Railways Seaspeed LTD. worden ingezet op een dienst over het Kanaal. Het kan 254 personen en 30 auto's of ruim 600 personen zonder auto's vervoeren met een snelheid van ca. 70 zeemijlen per uur (ca. 130 km/h). Het weegt 160 ton en wordt voortgestuwd door 4 Rolls-Royce Marine Proteus turbo-motoren en 4 luchtschroeven. Het totaal dienst-vermogen is 13600 pk met een maximum van 17000 pk. Elk der luchtschroeven heeft 4 bladen en de diameter is 19' (5,795 m.). Vermeldenswaard is nog, dat door de Hoverlloyd Ltd. dit jaar meer dan 10.000 passagiers over het Kanaal zijn vervoerd tussen Ramsgate en Calais, terwijl meer dan 33.000 personen korte uitstapjes



Figuur 9.
Artists impression van de SR. -N4 volgens Hovering Craft and Hydrofoil van oktober 1967.

maakten in 2 ACV's van deze maatschappij. Ook hier doet zich het belangrijke probleem voor van de "terminals" die echter op het land en zelfs ver landinwaarts kunnen liggen. Het ACV vraagt dan echter speciale "landwegen".

11.5 Bijzondere vrachtschepen.

Hiervan moeten vermeld worden de schepen voor speciaal vervoer, zoals gekoelde ladingen (vooral fruit, vlees e. d.), automobielen enz. en voor zeer zware lading. Voor deze laatste soort lading zijn de schepen voorzien van zeer zwaar laadgerei.

12. ZEE-SLEEPBOTEN.

Een ander scheepstype, dat in afmetingen is gegroeid, is de zeesleepboot, vooral met het oog op het slepen van grote tankschepen en bulkcarrers. Sleepboten met een vermogen van 9000 pk of meer worden gebouwd. Grenzen worden onder andere gesteld door de afmetingen van de sleeprossen, vooral bij de sleepboten die het schip moeten bijstaan in riviermondingen en havens.

Kwantitatief is de omvang van de zeesleepvaart ook sterk toegenomen door uitbreidingen in ontwikkelingslanden en vooral door de exploratie en exploitatie van continentale plateaus. De enorme booreilanden vormen een bijzonder object voor zeesleepers.

13. VISSERIJVAARTUIGEN.

Het laat zich aanzien dat het visserijvaartuig zich sterk ontwikkelt tot grotere schepen voor vangsten op vergelegen visgronden, waar bij fabrieks- en koelinstallaties de vis aan boord verwerken tot diepvriesprodukten. Andere vangmethoden worden toegepast en met name is het binnenhalen van de trawl over het achterschip of het hek in plaats van over de zijden een grote vooruitgang.

Ook de ontwikkeling van het moederschip met kleinere vangschepen en carriers om de vangsten snel naar de havens te brengen is spectaculair, met name in de U. S. S. R. en Japan. Het laat zich aanzien dat dit invloed zal hebben op de outillage van vissershavens en de verbindingen vandaar met het achterland.

De geweldige toeneming van de vraag naar

eiwitten voor de snelgroeiende wereldbevolking leidt tot een meer wetenschappelijke aanpak, waarvoor vele visserijonderzoekingsvaartuigen worden ingezet. Deze schepen worden voor enkele landsregeringen gebouwd, meestal in overleg met en ten dienste van de Food and Agriculture Organization van de Verenigde Naties.

14. OCEANOGRAPHIE-VAARTUIGEN.

Het belang van het oceanografisch onderzoek heeft onder andere tot resultaat een toename van het aantal vaartuigen die speciaal voor dit doel zijn en worden gebouwd. Zo stelt de U. S. A. National Academy of Sciences in het rapport "Oceanography 1966" dat over de komende 10 jaren 60 nieuwe oceanografievaartuigen nodig zullen zijn voor algemeen wetenschappelijke doeleinden.

15. TOEPASSING VAN KERNENERGIE BIJ DE VOORTSTUWING VAN SCHEPEN.

Hoewel de nucleaire voortstuwing bij marineschepen, vooral onderzeeboten, een uitgebreide toepassing heeft gevonden, kan niet gezegd worden, dat zulks bij handelsschepen het geval is. Behoudens het bekende Amerikaanse schip "Savannah", de Russische ijsbreker "Lenin", en enkele andere schepen die nog in aanbouw zijn, is van een grote ontwikkeling nog geen sprake.

Bij de kernvoortstuwing blijft de stoomturbine het voortstuwingswerktuig dat de schroef aandrijft. Alleen de stoomketel is vervangen door een kernreactor. De installatie is zeer zwaar, o. a. door de ommanteling van de reactor tegen stralingsgevaar. Het ziet er nog niet naar uit dat nucleaire koopvaardischepen een rendabele toepassing zullen vinden, vooral ook door het zeer gespecialiseerde bedieningspersoneel dat nog vereist is.

Sommige havenautoriteiten zullen speciale maatregelen verlangen om risico's van stralingsgevaar te verkleinen. De vraag is echter of dit risico zo groot is en groter dan dat van de overslag van gevaarlijke ladingen.

16. BESLUIT.

In het voorgaande is een overzicht gegeven van de voornaamste ontwikkelingen van de verkeersmiddelen in de zeevaart.

Een aantal punten, met deze ontwikkelingen verband houdend, is niet behandeld, o. a. :

- a. Toepassing van computers bij ladingbehandeling, navigatie, enz.
- b. Problemen in verband met oliebevuilding van havens en zeeën.
- c. IJsbrekers.
- d. Draagvleugelschepen.
- e. Luchtkussen voertuigen voor vrachtvervoer.
- f. Kustvaartuigen en de overgang daarvan naar binnenvaartuigen.

Over elk van deze punten zou nog een uitvoerige beschouwing mogelijk zijn. In het verlangde kader van dit artikel is dat niet onder te brengen.

Ten aanzien van punt e. "Luchtkussen voertuigen" is reeds onder paragraaf 11.4 het ACV genoemd voor ferrydiensten. Wellicht mag hier nog gewag worden gemaakt van een Jules Verne-achtig denkbeeld: In het tijdschrift *Hovering Craft & Hydrofoil* van september 1966 schrijft Ronald Cole over "Space Effect Ships for Ocean Commerce" en geeft o. a. commentaar op de plannen van de British Hovercraft Corporation voor een z. g. "Hover-Freighter", dus een luchtkussen voertuig voor lading. Dit voertuig (in ontwerp) weegt 4000 ton en kan 2000 ton lading vervoeren. De lengte over alles is 147 m. de breedte 44 m., de hoogte 21 m. Geïnstalleerd vermogen 8 Bristol

Olympus gasturbines à 18.500 pk, dus totaal 148.000 pk. Maximum snelheid bij rustig water 50 knopen. Ononderbroken vaarduur 10 uren. Acht container-ruimen, elk voor 8 containers, dus 64 containers totaal.

Het is duidelijk dat dit voorlopig nog "economic fiction" is, of, zoals Cole schrijft: "it is more a figment of imagination than a long term engineering project".

Maar toch, technisch zou uitvoering mogelijk zijn en onze verre nazaten zullen wellicht bij hun historische beschouwingen over de super-mammoet tankers van onze tijd spreken zoals wij nu over de zeilschepen van vroegere tijden.

Van belang is het volgende:

De ontwikkelingen in de scheepsbouw en scheepvaart kunnen slechts tot doelmatige ontwerpen en constructies leiden wanneer gezamenlijk het brede terrein van de bijbehorende technieken wordt bestudeerd. Nauwe samenwerking tussen scheepsbouwers, werktuigbouwers, elektrotechnici en wiskundigen, en die allen samen met economen die in deze vakgebieden georiënteerd zijn, is vereist. Bijzondere nadruk moet worden gelegd op - door de overheid gestimuleerd - speurwerk. En dan dit gecoördineerd in internationaal verband.

De snelle technische ontwikkeling maakt dit TEAMWORK uiterst noodzakelijk !

DE ONTWIKKELING VAN DE VERKEERSMIDDELEN
IN DE RIVIER- EN BINNENVAART.

door ir. G. VELDHUYZEN.

1. EERSTE ONTWIKKELING VAN HET RIVIER-
VIERSCHIP

Hoewel er in grote mate een parallele ontwikkeling met de zeeschepen te constateren is, zijn er toch een aantal markante afwijkingen zichtbaar in de geschiedenis van het binnenschip, die de aandacht verdienen.

Wellicht zijn het die afwijkingen die het meest van belang zijn om nader te bezien, wanneer men zich gezet heeft aan een beschouwing over de ontwikkeling op langere termijn in de toekomst van het binnenschip als transportmiddel.

Hoewel men heden ten dage in vele gevallen een onderscheid maakt tussen Rijn- en binnenvaart, spreken wij in het vervolg in dit artikel over binnenschepen, daaronder de rivierschepen mede begrepen achtende.

De achtergrond daarvan is dat in de toekomst er minder reden voor het maken van dit onderscheid zal zijn, dan dit heden en in het nabije verleden was. Ook oorspronkelijk was dit onderscheid er nagenoeg niet.

Immers waren in de oude tijden de natuurlijke wateren de enige waterwegen die er bestonden, en vormden ze enerzijds natuurlijke grenzen voor het landverkeer, maar toch ook waren zij van oudsher al een verbinding voor alles wat zich te water bewoog. En dit laatste was al vroeg zeer belangrijk.

Want toen, meer nog dan nu misschien, was het zo, dat de werkelijk zware en omvangrijke lasten het eenvoudigste op vloten te vervoeren waren en ook het massa-passagiersvervoer verliest zich in de nevel der tijden, ("de Batavieren kwamen de Rijn afzakken").

Overigens, reeds in de Romeinse tijd heeft men kanalen gegraven ter verbinding van de natuurlijke waterwegen. En op die waterwegen bewogen zich geenszins alleen maar vloten en uitgeholde boomstammen, hoewel er van de binnenscheepsbouw apart niets bekend is. Immers, zoals men ook weet uit de Middeleeuwen, deden de zeeschepen door hun relatief kleine afmetingen

ten opzichte van de machtige stromen in ons Deltagebied in zeer veel grotere mate dan heden mee aan de binnenvaart.

Anders uitgedrukt, men zou ook kunnen zeggen dat de grote zeehavens toen relatief veel meer landinwaarts lagen (Dorestad, Keulen).

Samenvattend zou men de binnenvaartuigen in de oude perioden en de middeleeuwen kunnen karakteriseren als volgt:

- vloten, of schepen met houten romp;
- gelijke scheepstypen voor rivier-, zeearm- en kustvaart (de "grote vaart" bestond niet);
- voortstuwing door de stroom, de wind (zeilen), zelden door roeien;
- voortstuwing in de binnenvaart ook dikwijls door "bomen" of door "jagen" (trekken door mensen of paarden vanaf de wal).

Eerst in de nadagen van de middeleeuwen, in de Renaissance-tijd en vooral in de "Gouden Eeuw", verschijnt het echte binnenschip, gemaakt voor de dan steeds meer gegraven wordende "vaarten".

En dan ziet men, hoewel de vormgeving nog vaak op de zeeschepen gebaseerd is, in eerste aanleg de kenmerkende afwijkingen al verschijnen, die veroorzaakt worden door de twee, ook voor de huidige ontwerpen van binnenvaartuigen nog belangrijkste factoren:

- de eisen van het vervoer;
- de mogelijkheden van de vaarweg.

2. ONTWIKKELING IN DE NEGENTIENDE
EEUW EN HET BEGIN VAN DE TWINTIG-
STE EEUW.

Zoals op nagenoeg elk ander gebied laat ook hier de negentiende eeuw een stroomversneling zien. Een groot aantal kunstmatige waterwegen, nu meestal kanalen genoemd, is of wordt gegraven.

De kunstwerken daarvan worden gebaseerd op bestaande scheepstypen en hun gedachte ontwikkeling, maar bepalen daardoor tevens

de ontwikkeling voor langere tijd. Zo is door beslissingen uit het begin van de negentiende eeuw thans nog een groot deel van het Franse en Belgische kanalenet niet bevaarbaar voor schepen groter dan 38,50 x 5,00 m, de zgn. "peniche" of "spits" (ongeveer 250 ton draagvermogen). Dit moet ten opzichte van het gemiddelde zeilscheepje van vóór die tijd al een machtig schip zijn geweest.

Doordat er een wisselwerking optreedt tussen kanalen- en sluizenmaat enerzijds en scheepsafmetingen anderzijds, ontwikkelden zich in de loop van de eeuw een aantal "standaardtypen" voor bepaalde vaargebieden. Uit die tijd stammen de namen voor bepaalde, nu reeds verouderde scheepstypen, die bijna alle de naam van een bepaalde streek of kanalenstelsel droegen. Als voorbeeld diene de "Kempenaar", hoofdafmetingen ongeveer 50,00 x 7,00 m, ca. 400 ton draagvermogen.

In de tweede helft van de eeuw deed het ijzer ("welijzer") zijn intrede als bouw materiaal voor de romp, hetwelk bij de eeuwwisseling werd afgelost door het staal (walsstaal).

Op de rivier de Rijn zelf wordt daardoor de mogelijkheid geschapen, dat de binnenschepen groter gebouwd worden, wanneer er geen hinder van sluizen en bruggen op hun vaargebied te duchten is. De echte "Rijnschepen" ontstaan. Hun draagvermogen loopt op tot ongeveer 2000 ton, zelden meer, het grootste ooit gebouwd was ongeveer 3000 ton en meer dan 100 m lang.

Daardoor weer verdwijnt de mogelijkheid voor zeilen en jagen op de rivier geheel en hoewel men op sommige kanalenstelsels (in Frankrijk vooral) gaat jagen met speciaal daarvoor gemaakte elektrische locomotiefjes op rails langs de kanalen, verschijnen op de Rijn de speciale sleepboten, die de onafhankelijkheid van de sleepschepen van de wal verzekeren.

In tegenstelling tot de ontwikkeling bij de zeevaart neemt de raderboot een grote vlucht. Voor de grotere vermogens in de riviersleepboten gebruikt men langzaam lopende stoommachines die raderen aandrijven, welke raderen hier niet gehinderd worden door de (onbelangrijke) golfslag, en die door hun gunstig voortstuwingsrendement exploitabel blijven tot eindelijk de kosten voor de voor deze zware in-

stallatie nodige bemanning te overwegend worden.

Daarna verschijnen de grote schroefstoomsleepboten met hun sierlijke vormen, terwijl voor de havens en de kanalen de kleinere stoomsleepbootjes worden gebouwd met hun diagonale stoommachines, waarvoor de scheepsromp zelf als fundatie dient (fig. 1).

Deze ontwikkeling blijft doorgaan tot de eerste wereldoorlog, die ook hier, als op zoveel andere plaatsen, de eerste breuk zou vormen in een groeiverschijnsel, dat weliswaar versneld, toch nog altijd zijn basis vond in de traditie.

Het bovenstaande geldt in zijn algemeenheid voor vrachtschepen. Een ogenblik moeten we echter nog stilstaan bij de in ons land in die tijd tamelijk belangrijke taak die de binnenvaart had op het gebied van het vervoer van passagiers met bijbehorende goederen (en vee).

Wat betreft het passagiersvervoer valt op te merken, dat ook hier de raderboot en de schroefstoomboten de wacht overnemen. Enerzijds ontstonden er lijndiensten, zowel voor passagiers als voor goederen, tussen de verschillende steden en dorpen langs het grote vaarwater. Anderzijds ziet men ook de speciale "plezierboten" verschijnen en komt het "reisje op de Rijn" in de mode.

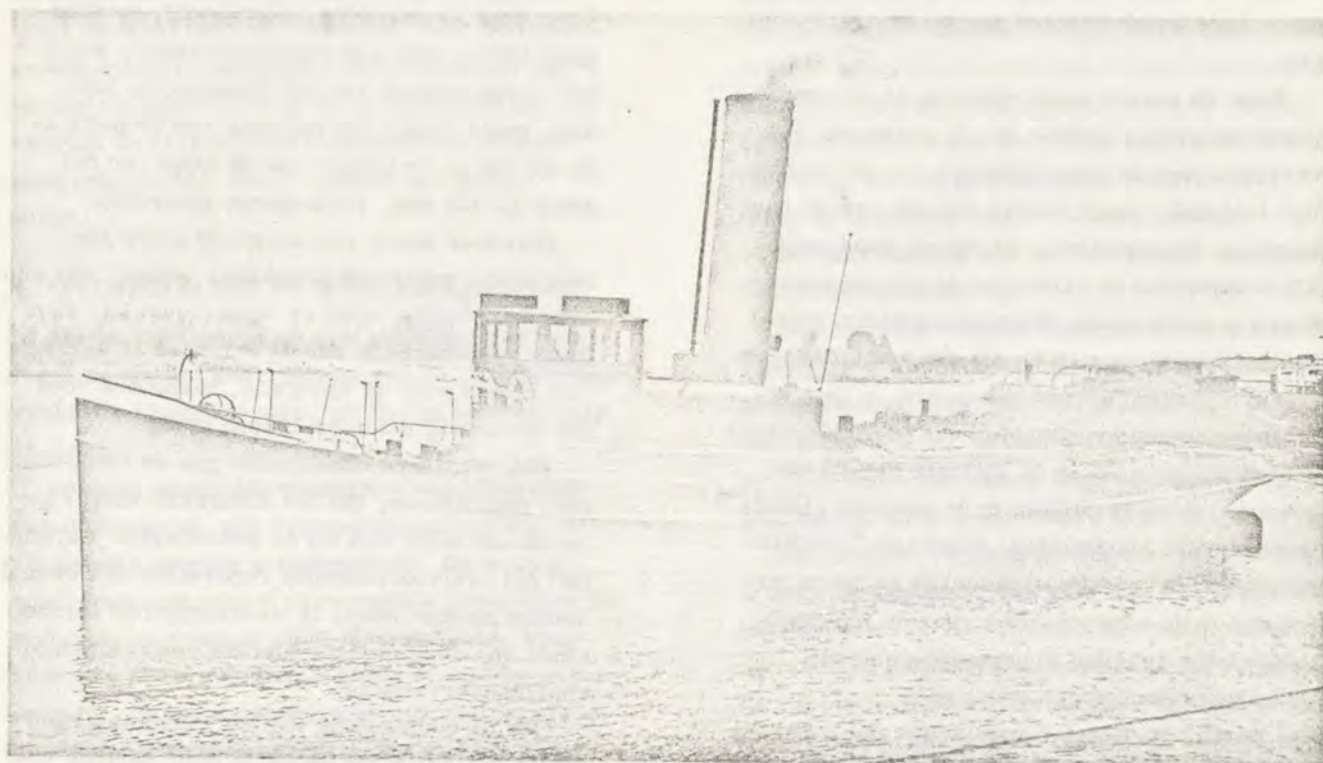
3. ONTWIKKELING IN DE TWINTIGSTE EEUW

De eerste wereldoorlog had een omwenteling gebracht; in het stroomgebied van de Rijn verlegden zich opnieuw de staatsgrenzen, de vervoersstromen pasten zich daarbij aan, veel materieel veranderde van eigenaar.

Als nieuwe ontwikkeling komt nu geleidelijk het zelfvarende motorvrachtschip op. Eerst werd nog gevaren met stoomvrachtschepen, doch weldra won de dieselmotor het.

Hoewel het verkeer op de Rijn nog lang bepaald werd door de soms meer dan een kilometer lange slepen, bestaande uit bijvoorbeeld 8 sleepboten die, elk met hun eigen sleepkabel naar de sleepboot, op onderlinge afstanden van meer dan 100 meter moeizaam "bergopwaarts" werden getrokken, kwam op de kanalen en in de havens en later op de rivier het motorschip het aanzicht van de binnenvaart verlevendigen.

De "beurtvaarders" weefden een net van verbindingen over het met waterwegen doorsne-



Figuur 1. "Old Timer" Stoomsleepboot

den land. In de tijd dat nog geen zware vrachtauto's bestonden, brachten ze met behoorlijke snelheid de goederen van de ene stad naar de andere, eventueel met overlading in een volgende dienst. De naam "Hollandse motorboot" die toen gebruikt werd, zegt wel iets over degenen die het leeuwenaandeel in dit vervoer wegsleepten. Daarnaast zag men de motorrijnvrachtschepen, groter uitgevoerd, maar toch kleiner dan het gemiddelde rijnsleepschip, met meer woonruimte dan de beurtvaarder, omdat het gezin van de schipper (die nu kapitein ging heten) en van de stuurman, aan boord woonde zoals ook op de oude sleepschepen.

Deze ontwikkeling had tot gevolg dat er minder sleepschepen gebouwd werden. De zeilschepen stierven als vrachtvaarders geheel uit. Nog slechts zeer zelden kon men in de dertiger jaren een "klipper" of "tjalk" de rivier zien opzeilen, hoewel in de periferie (Zeeland, Friesland) nog wel enkele oudgedienden de zeilvaart volhielden.

Het grote voordeel van de "zelfvaarders" was natuurlijk hun onafhankelijkheid van wind en getij; van een sleepboot of ander vervoersaanbod (wachten op het formeren van de sleep) (fig. 2).

In deze periode neemt dan ook de ontwikkeling van speciale "tankschepen", die hun vloeibare lading in hun ruimen vervoeren en niet meer in losse tanks, een grote vlucht. De eerste internationale reglementen voor het vervoer van brandbare stoffen over de binnenwateren worden opgesteld en gaan als norm dienen voor de autoriteiten, die daardoor bemoeienis krijgen met de bouw van binnenschepen, althans van dit soort. De "Scheepvaartinspectie" houdt toezicht op de bouw van binnentankschepen, zoals reeds jaren lang het "Stoomwezen" toezicht hield op de stoomketels in de schepen. De in deze periode gebouwde sleepboten worden langzamerhand nagenoeg alle motorboten.

De sterke toename van het verkeer brengt met zich mee de aanleg van nieuwe en de verbetering van oude binnenhavens. Hiermede parallel loopt het nagenoeg geheel verdwijnen van het eigen laad- en losgerei op de binnenschepen, behalve op sommige beurtvaarders en zandschepen.

Vanzelfsprekend slaat dit niet op de tankers; hun pompinstallaties worden meer en meer geperfectioneerd om de laad- en lostijden van deze relatief dure schepen te beperken. Parallel aan de ontwikkeling van de zeetankers heeft dit tot gevolg, dat aan de personeelsverblijven

meer zorg wordt besteed dan op de vrachtschepen.

Voor de eerste maal wordt in de dertiger jaren een poging gedaan om de eisen van het vervoer, met de mogelijkheden van de toenmalige techniek, maar vooral ook die van de vaarwegen en kunstwerken, tot een zo goed mogelijk compromis te verenigen en dit als standaard te publiceren. Hiermede hielden vooral Duitse instanties zich bezig. De gepubliceerde typen, vanzelfsprekend gebaseerd op de sluisenmaten en de brughoogten van bepaalde vaargebieden waren tot in de kleinste details uitgewerkt, doch ze blijken in de praktijk slechts te dienen als handleiding. Alleen de "hoofdafmetingen" ervan zijn uiteindelijk tot norm geworden in de voorschriften voor de maximaal toelaatbare schepen in bepaalde gebieden. De belangrijkste typen ervan zijn:

Het Dortmund-Eems-Kanaalschip van ongeveer 1000 ton.

Het Rijn-Herne-Kanaalschip van ongeveer 1500 ton.

Voor de Rijnschepen, waarvoor in die tijd nog geen maximale afmetingen werden bereikt, zijn inzake deze afmetingen toen nog geen voorschriften opgemaakt. Toch bereiken ze een praktisch maximum, dat voor de laatste sleepschepen groter is dan het door de eisen van de navigatie kan zijn voor de motorvrachtschepen.

Daar door de beperkte waterdiepte, de diepgang eerder aan zijn maximum kwam, wordt het hoofdkenmerk van het binnenschip zijn zeer grote lengte ten opzichte van de holte in de zij (dit is de hoogte van de zijde van het schip tot het dek, midscheeps gemeten).

Hierdoor wordt een dergelijk schip een buigzaam, maar ook breekbaar geheel, dat een zeer zorgvuldig laden en lossen vereist. Een groot vakmanschap van de schipper is daarom niet alleen voor de navigatie, maar ook voor het doelmatig laden en lossen nodig.

Wat betreft de constructie van de romp kan men constateren, dat het klinkwerk langer gehandhaafd blijft dan bij de zeeschepen. Het motief dat veelvoorkomende reparaties dan overal kunnen plaatsvinden, is waarschijnlijk aan het einde van deze periode slechts een dekmantel voor conservatisme.

Ook de vormgeving van het onderwatergedeelte van het schip krijgt in deze periode veel meer de aandacht. Had men reeds eerder modelproeven gedaan ter bepaling van de weerstand voor serie-sleepschepen die gebouwd werden om de verliezen in wereldoorlog I in te halen, thans ging men daarmee voort voor de motorvrachtschepen, zodat het rendement van de voortstuwing aanmerkelijk verbeterd werd. Behalve weerstand en voortstuwing, hebben speciaal voor de binnenschepen allerlei verbe-



Figuur 2. "Verkeer op de Merwede"

Op de voorgrond een voormalig zeilschip dat opzij ligt van een gemotoriseerde collega. Daarachter een sleepschip uit een sleep, vervolgens een zelfvaarder (naar links varende) en daarachter weer een sleepschip.

teringen van stuureigenschappen, koersstabiliteit en trekkracht de aandacht. Wat de trekkracht betreft, vanzelfsprekend speciaal die van de sleepboten en op dit gebied geeft de rondom de stuwschroef aangebrachte straalbuis volgens het "Kort"-patent een grote winst.

4. ONTWIKKELING NA WERELDOORLOG II

Merkwaardigerwijze ziet men na wereldoorlog II eerst een doortrekken van de ontwikkeling zoals die al op weg was, zij het nu wellicht iets versneld.

Spoedig neemt het toepassen van klinkwerk aan de romp af, ook binnenschepen worden nu uit gelaste secties samengesteld. De werven outillieren zich nieuw en na enkele jaren komt de motorisering van de oude sleepschepen, voorzover ze daarvoor niet te groot en te slap zijn, op gang. Daardoor worden ze ook zelfvaarders en kunnen soepeler aan de eisen van het vervoer voldoen.

Voorzover de laatste stoomradersleepboten wereldoorlog II hebben overleefd, worden ze nu in snel tempo toch vervangen door twee- of drieschroevige dieselsleepboten (fig. 3). In deze twee met elkaar in strijd zijnde ontwikkelingen (verbetering sleepboten tegenover uitbreiding zelfvaarders), wint de zelfvaarder het. Door de zeer sterke ontwikkeling in de zeehavens en de grote toename van het massavervoer blijkt echter dat de capaciteit van de conventio-

nele eenheden te kort gaat schieten. Er zijn veel grotere eenheden nodig, die sneller en met minder zorg beladen moeten kunnen worden. Het dure voortstuwingsgedeelte van de motorschepen blijkt maar slecht tot zijn recht te komen door de nog gebruikelijke zorgvuldige, maar te langzame laad- en losmethoden.

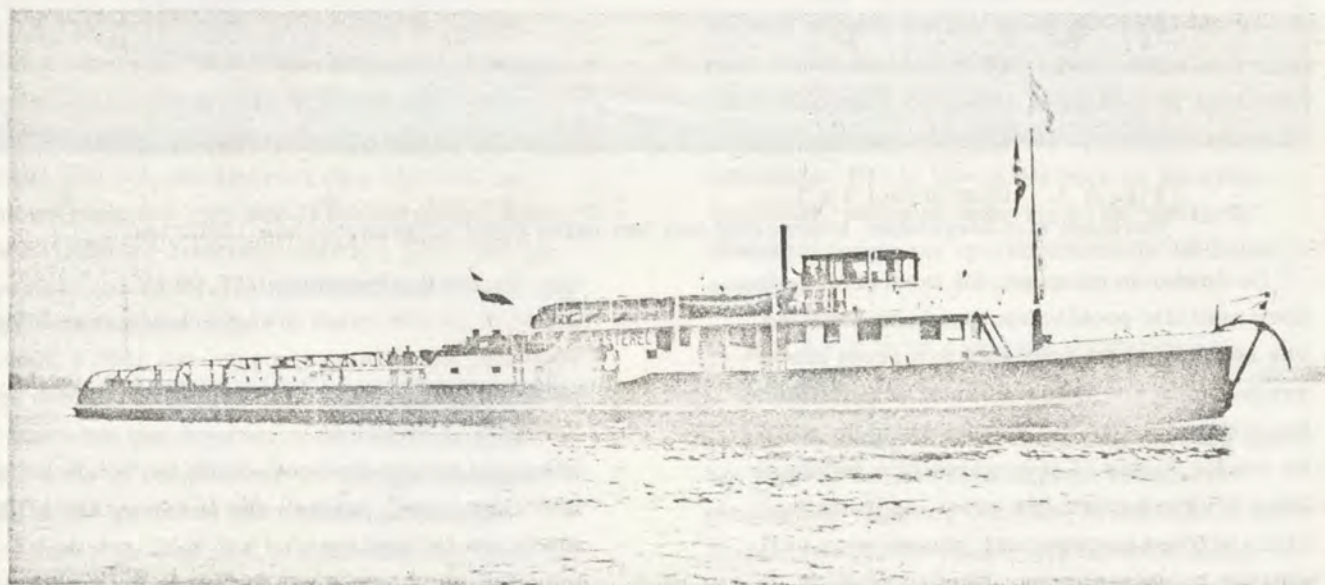
De overwinning van de zelfvaarder was dus maar een tijdelijke.

Aan het einde van de vijftiger jaren wordt de oplossing gevonden voor de aan de dag getreden problemen: de duwvaart verschijnt.

Dan blijkt ook dat te veel te oude en te zwakke schepen ten koste van te hoge bedragen door hun eigenaren gemotoriseerd zijn.

Het spreekt vanzelf dat het van groot belang is voor de toekomst een gang van zaken als bovengeschetst te voorkomen. Teveel in verkeerde richting geïnvesteerd kapitaal, en, - gezien de verbondenheid van de mensen aan hun schip -, teveel daarbij betrokken menselijk leed is hier in het spel.

Om te illustreren dat deze zaak van het grootste belang is, volgen hierbij enkele cijfers die doen zien hoe groot het vervoersaandeel van deze bedrijfstak in het totale lange afstandvervoer bedraagt. Van de in Rotterdam per zeeschip aangevoerde lading in tonnen wordt circa 26% doorgevoerd naar Duitsland, waarvan 25% per binnenschip en 1% per spoor en langs de weg. Van de in Rotterdam per zeeschip afgevoerde lading is 16% uit Duitsland



Figuur 3. "Drieschroever" Motorsleepboot 3 x 800 pk.

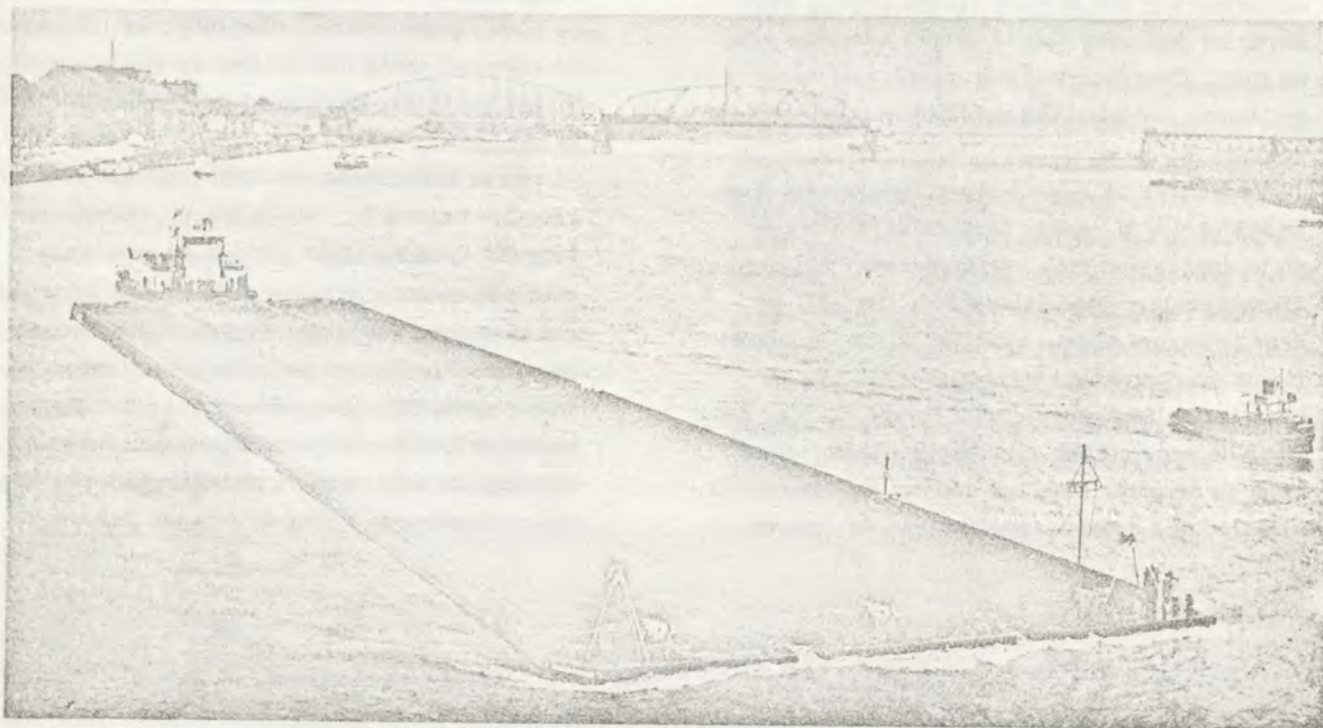
afkomstig, waarvan 15% per binnenschip werd aangevoerd en 1% per spoor en langs de weg. De enige belangrijke concurrent wat de vervoersomvang betreft, is de pijpleiding, waarvoorheen circa 15% van de in Rotterdam aangevoerde lading wordt afgevoerd, zij het niet alleen naar Duitsland.

5. DE TOEKOMST STAAT VÓÓR ONS.

Nog geen tien jaar geleden verschenen de eerste convooien van duwbakken op de Rijn; iets eerder had de duwvaart op de Seine zijn intrede al gedaan, als navolging van het Amerikaanse voorbeeld in het stroomgebied van de Mississippi, zij het op veel kleinere schaal.

gen van de duwbakken vindt als het ware automatisch plaats door de toelaatbare afmetingen in de vaargebieden, waarvoor de afmetingen-over-alles van het duwconvooi in zijn geheel worden bepaald. Voor het stroomgebied van de Rijn is dit het oude Duitse kanalsysteem in het Roergebied enerzijds en de gekanaliseerde Bovenrijn en de andere nieuwere kanalen, zoals die naar Amsterdam, Twente enz., anderzijds.

Hierdoor ontstonden de 1500 tons en de 2200 tons duwbakken. Het grootste thans toegelaten duwconvooi bestaat uit een duwboot van 32 m lang en 4 duwbakken, twee aan twee van 76,50 bij 11,20 m en heeft



Figuur 4. Duwconvooi 2 x 3

Normaal niet toegelaten; beproeving van een extra groot duwconvooi van 12000 ton.

De duwboten ontstaan; zij leveren o. a. hun zeer speciale problemen van de huisvesting van een grote bemanning en een groot motorvermogen in een kleine ruimte. Zij duwen hun bakken voort, die zo eenvoudig mogelijk en zonder logies of stuurgerei zijn gebouwd. Deze bakken hebben één groot laadruim en zijn zodanig samengesteld, dat ze zeer snel geladen en gelost kunnen worden, met de meest moderne (en wellicht binnenkort automatisch werkende) apparatuur.

De standaardisatie van de hoofdafmetin-

dus als totale afmetingen 185,00 bij 22,40 m en een totaal draagvermogen van bijna 9000 ton, een motorvermogen van 1600 à 2000 pk en een bemanning van 11 man. Dit is dan een "dubbele" bemanning in verband met het continubedrijf van de duwboot. Zelfs bij een belading met containers, hetgeen een in tonnen tamelijk slechte beladingstoestand zou zijn, zou de bemanning per eenheid van lading ongeveer overeenkomen met die van een groot zeeschip. De snelheid ten opzichte van de wal is stroomopwaarts varende echter slechts circa 7 km/uur (fig. 4).

Oude gewoonten veranderen nu. Het schippersgezin gaat aan de wal wonen, de man vaart twee weken van twaalf uur per dag en is de derde week vrij en thuis.

De duwvaart is in opmars, hoewel tijdelijk afgeremd door enkele, wellicht iets te voorzichtige voorlopige voorschriften, is hij de enige die de moderne oplossing geeft tussen de huidige eisen van het vervoer en de mogelijkheden van de vaarweg. De bouwprijs per ton duweenheden is voor een convoi op maximale maat van de Rijn twee-derde van die van de zelfvaarder, de bemanningssterkte is eveneens ongeveer 2/3 van die van het motorvrachtschip. Het voortstuwingsgedeelte (de "locomotief" van de "trein") werkt 3/4 van de beschikbare tijd, tegenover ongeveer 1/3 bij het motorvrachtschip. Het is duidelijk, dat hier een voorlopig niet te stuiten nieuwe ontwikkeling doorbreekt die een nieuw perspectief opent voor het vervoer op de binnenwateren. Het lijkt, dat een grote ontwikkeling nog mogelijk is in deze richting. Men denkt over het vervoer over zee met grote, op dokken lijkende schepen van gehele duwbakken met hun lading, waardoor vervoer zonder overlading van b. v. Pittsburg naar Keulen mogelijk wordt. Men denkt ook over kleinere duwbakken die als grote drijvende containers kunnen worden beschouwd, en door speciaal zwaar laadgerei op speciale zeeschepen kunnen worden geplaatst.

Door zijn grote sterkte en zijn niet in aparte ruimten onderverdeelde laadruim zal het mogelijk zijn een duwbak zelflossend te maken door er een speciale graafmachine voor massalading op te zetten, die ook weer eenvoudig afneembaar is. Wanneer de duwvaart een gedeelte van het containervervoer tot zich zou kunnen trekken, zijn ook daarvoor afneembare losinstallaties denkbaar voor het geval dat een speciale container-losinstallatie aan de wal nog niet rendabel zou zijn.

6. PASSAGIERSVERVOER IN DE TOEKOMST.

Het oude passagiersvervoer van haventje naar kade is verdwenen. De laatste ontwikkeling is het grote toeristenpassagiersschip.

Moeten we ook hier de duwvaart een taak zien toebedeeld? Studies op dit gebied hebben een aantal voordelen aangewezen die enige aantrekkelijke perspectieven openen. Het door een

duwboot voortgestuurde drijvende hotel zal geen machinegedreun hebben, zal een afzonderlijk wintergebruik als hotel kennen en heeft de mogelijkheid tot voertuigtransport, wat op de laatste typen zelfvarende passagiersschepen moeilijk is te verwezenlijken.

7. DE TANKVAART (fig. 5).

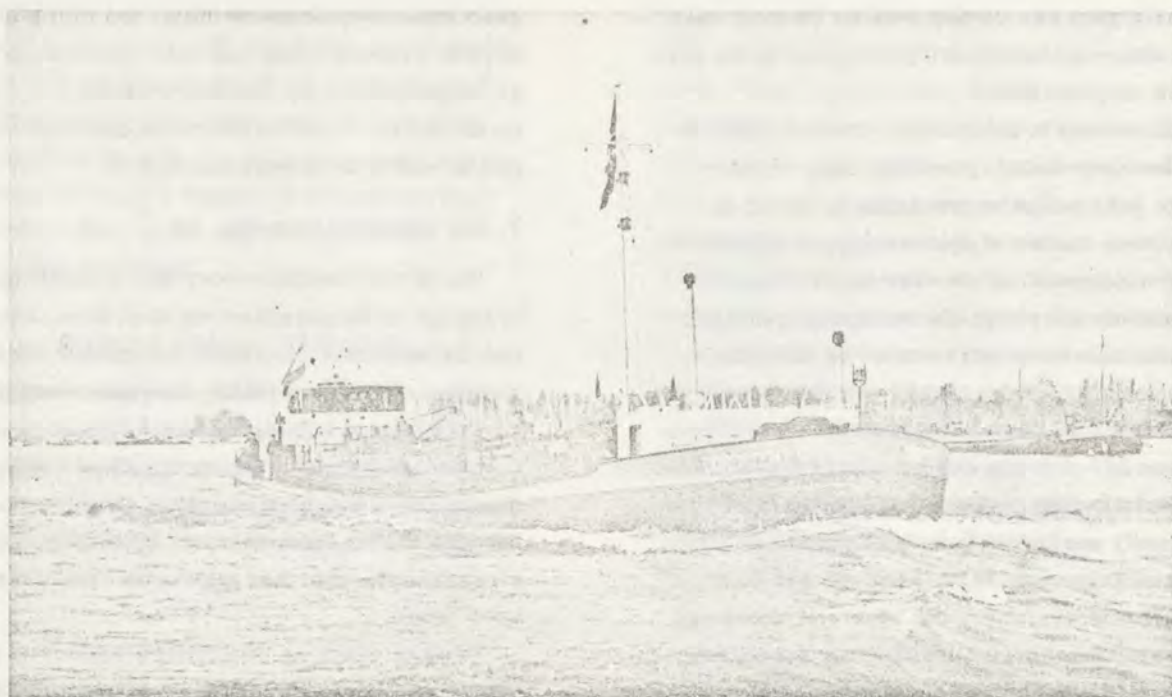
Zoals het vrachtvervoer een plotselinge breuklijn in de ontwikkeling doet zien, toont ook de tankvaart die, doch om geheel andere redenen. Overgaan tot de duwvaart voor het vervoer van vloeibare ladingen levert geen noemenswaardige verbetering op, daar laden en lossen bij tankschepen niet die problemen opleveren die de conventionele motorschepen en slepschepen voor het algemene vrachtvervoer tonen.

Terwijl eerst de tankreders snellere, grotere en sneller ladende en lossende schepen lieten bouwen omdat ook hier het vervoersaanbod zeer snel toenam, bleek tamelijk plotseling dat, gestimuleerd door nauwere samenwerking van de verschillende Rijnsoeverstaten en van de verschillende grote concerns, de pijpleiding naar Amerikaans voorbeeld zijn intree ging doen.

Een dergelijke ontwikkeling had zich iets eerder al in het stroomgebied van de Seine voorgedaan. Het blijkt, dat de toename van het aardolieproduktenvervoer door de zich uitbreidende pijpleidingen kan worden opgenomen. Ziende naar de toekomst van het tankvervoer, moeten wij ook wijzen op de groei van het vervoer per motortanker van chemicaliën en eventueel vloeibaar gemaakte gassen, met speciale verhitings- of koelingsinstallaties en pompinstallaties. Het is hierin dat men de ontwikkeling in de toekomst moet zien, en niet in de duwvaart toegepast op conventionele aardolieprodukten.

8. RELATIE TOT ANDERE VERVOERMIDDELEN.

De verdeling van water en land over de aardbol maakt, dat het zeeschip als concurrent slechts het vliegtuig ontmoet, weliswaar voor vrijwel het gehele passagiersvervoer, maar slechts voor een gering deel voor het vrachtvervoer, n.l. het snelvervoer van speciale en lichte ladingen.



Figuur 5. Binnenvaarttanker

Hoe anders is dat met het binnenschip, dat als mededingers thans en in de toekomst steeds rekening moet houden met:

- de spoorweg
- het wegvervoer
- de pijpleiding
- de drijvende container (dit is eigenlijk een andere soort binnenvaart)
- het luchtvervoer (van snel gespecialiseerd vervoer).

Wanneer het zo zou zijn, dat deze mogelijkheden voor vervoer in vrije concurrentieverhouding tot elkaar stonden, dan zou het zeer mogelijk zijn een lijn naar de toekomst door te trekken.

In het verleden blijken er al verschillende breuken in de ontwikkelingslijnen te zijn voorgekomen, des te meer kans is daarop in de toekomst, doordat andere vervoerstakken door bijzondere bevoordeling van de zijde van overheid instanties taken kunnen overnemen. Wat zal bovendien de toekomstige betere verbinding der stroomgebieden van Rhône, Seine, Rijn en Donau brengen?

Het ligt voor de hand dat er een coördinatie op Europees plan tot stand moet komen. Niet alleen de Rijn en de Donau dienen rivieren met een "internationaal regime" te zijn.

Coördinatie tussen de voorschriften voor de

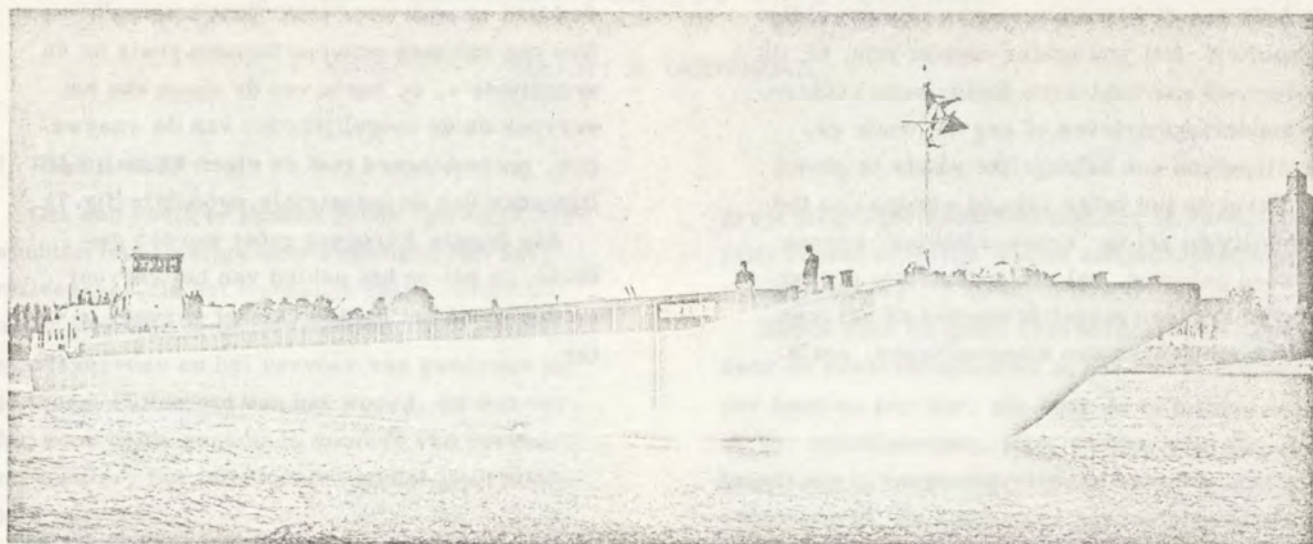
hoofdafmetingen van de schepen en de vaarvoorschriften is broodnodig (op de Seine mag in een sluis van 12 m breed een schip van 11,40 m breed, op de Rijn tot op heden een van 11,20 m!). Ook standaardisatie is dringend nodig, men moet daarmee echter slechts datgene vastleggen wat de ontwikkeling niet belemmert (fig. 6).

Coördinatie op Europees plan tussen de verschillende vormen van vervoer is eveneens gewenst. Een gemeenschappelijke studie op lange termijn is het eerste wat moet worden aangevat. Daarbij is het van belang te bedenken dat, in afwijking van wat geschiedt in andere takken van het vervoersbedrijf, de kosten van de "infrastructuur" van de binnenvaart niet direkt ten laste van de binnenvaart mogen komen. Maar ook moet men er rekening mee houden, dat deze vervoerstak volkomen gebonden is aan de infrastructuur.

Het is niet mogelijk de beheerders van die infrastructuur voor een fait accompli te stellen, zoals automobiel- en vliegtuigbouwers zouden kunnen door langzamerhand de typen te vergroten.

Alles moet hier gaan langs de weg van geleidelijkheid en overleg want dan wordt er iets gebouwd dat de eeuwen trotseert (de oudste bruggen zijn door de Romeinen gelegd).

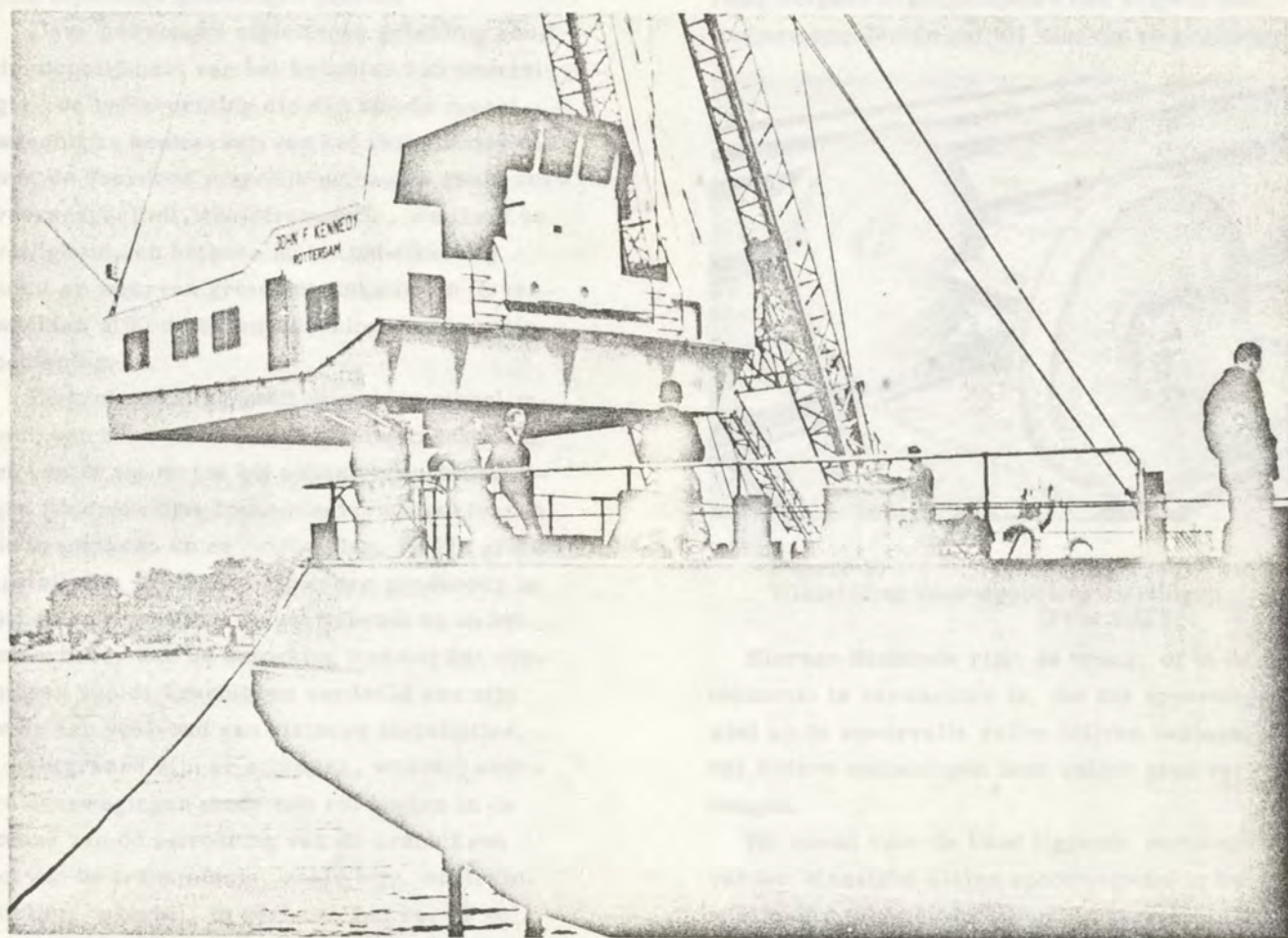
Een ongestoorde en lonende ontwikkeling is dus slechts mogelijk als er een wezenlijk



Figuur 6. Prototype van een standaardmotorschip . Gebouwd uit dezelfde standaardsecties waaruit ook duwbakken worden gebouwd.

evenwicht tussen spoor-, auto-, scheeps- en pijpleidingsvervoer wordt gevonden. Dit moet berusten op onderzoek van de werkelijke voor- en nadelen van bepaalde vervoersvormen,

waarbij opgemerkt moet worden dat men zich haast niet kan denken dat het mogelijk zou zijn de in de toekomst te verwachten enorme hoeveelheden goederen te distribueren zonder



Figuur 7. "De toekomst ligt vóór ons"
Bouw van een standaardschip uit afzonderlijke, elders compleet klaargemaakte elementen.

de hulp van de binnenvaart met zijn geweldige capaciteit. Het zou echter onjuist zijn, bij dit onderzoek aan bestaande historische rechten, uitzonderingstarieven of eng nationale gezichtspunten een belangrijke plaats te geven.

Eerst na het beter bekend worden van toekomstlijnen zal de "scheepsfabriek" kunnen worden gebouwd, zal een industriële productie van schepen mogelijk worden en zal men niet meer denken aan binnenschepen, zoals

de klant ze stuk voor stuk "laat bouwen". Dan pas zal men schepen bouwen zoals nu de vrachtauto's, op basis van de eisen van het vervoer en de mogelijkheden van de vaarwegen, gecombineerd met de eisen en de mogelijkheden van de industriële, productie (fig. 7).

Als érgens Europees moet worden gedacht, is het op het gebied van het vervoer en vooral op het gebied van het vervoer te water.



DE TOEKOMST VAN HET RAILVERKEER

door ir. F. OUDENDAL

1. INLEIDING.

Om een beeld te kunnen geven van de te verwachten toekomstige ontwikkelingen van het railverkeer, is het wenselijk enige verschillende gebieden te onderscheiden, n.l. het reizigersvervoer en het vervoer van goederen in de meest ruime zin van het woord, en dan verder voor beide genoemde soorten van vervoer: het locale-, het interlocale- en het internationale vervoer.

Het vervoer per rail behoort tot de categorie van het landtransport met zijdelings geleide voertuigen, waarbij de baan niet alleen het voertuig draagt en de mogelijkheid geeft van het ontwikkelen van versnellings- en vertragingsskrachten in de lengterichting van het voertuig voor het zich voortbewegen of afremmen, maar waarbij de baan tevens het voertuig zijdelings gedwongen geleidt.

Deze gedwongen zijdelingse geleiding geeft de mogelijkheid van het koppelen van voertuigen, de treinvorming die één van de meest wezenlijke kenmerken van het railvervoer is, met de daardoor mogelijk gemaakte grote vervoerscapaciteit, treinfrequentie, snelheid en veiligheid, en hetgeen nu tot ontwikkeling komt en waarvan grote ontwikkelingen te verwachten zijn: de automatisering van de treinbediening.

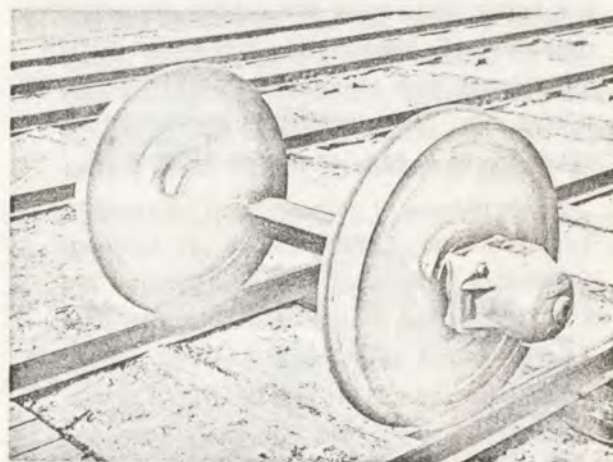
De treinvorming geeft tevens de mogelijkheid van het concentreren van de krachtbron, en van de tot nu toe bij adhesiekrachtvoertuigen noodzakelijke transmissieorganen tussen de krachtbron en de drijfwielen, in één grote installatie, die in het algemeen goedkoper is bij de aanschaffing, in het gebruik en in het onderhoud, dan de oplossing waarbij het vermogen van de krachtbron verdeeld zou zijn over een veelvoud van kleinere installaties.

Uiteraard zijn er situaties, waarbij andere overwegingen mede een rol spelen in de keuze van de uitvoering van de krachtbron en van de transmissie, zoals bijv. bij treinstellen, waarbij, in verband met het zo volledig mogelijk benutten van de adhesie tussen de wielen en de rails teneinde een zo

groot mogelijke aanzetversnelling te verkrijgen, juist zoveel mogelijk wielen aangedreven moeten worden.

Zowel door de grote vervoerscapaciteit en door de reservecapaciteit in het aantal treinen per baan en per uur, als door de efficiënte wijze van voortbewegen, zijn, aangenomen dat de bezettings-, respectievelijk de beladingsgraad voldoende is, de kosten per passagierkilometer of tonkilometer relatief laag.

De gehele, overbekende ontwikkeling van het railvervoer is mogelijk geworden door de geniale vinding van George Stephenson, om de flens aan te brengen aan de binnenzijde van de wielen van de wielstellen (Figuur 1). Voordien werd er uitvoerig geëxperimenteerd met wagenwielen zonder flens en met de flens aan de rail, hetgeen begrijpelijkerwijze vrijwel onoplosbare problemen gaf bij wissels en kruisingen.



Figuur 1.
Wielstellen voor spoorwegvoertuigen.
(Foto SKF)

Hieraan denkende rijst de vraag, of in de toekomst te verwachten is, dat het spoorwegwiel en de spoorrails zullen blijven bestaan, of dat andere oplossingen deze zullen gaan vervangen.

De meest voor de hand liggende vervanging van het klassieke stalen spoorwegwiel is het wiel met de rubber luchtband, waarmee in het verleden uitgebreide proefnemingen zijn gedaan door Michelin, maar waarbij een stalen

flens naast de band de zijdelingse krachten moest opnemen. Over het algemeen zijn deze proefnemingen weinig succesvol geweest, evenwel o. a. doordat de rubber band moest rollen over de bestaande, daarvoor te smalle spoorrails.

Een meer recente uitvoering is bekend uit het ondergrondse, stedelijke railvervoer te Parijs en sedert kort ook te Montreal. Daarbij rijden de rubber banden over brede betonnen of houten balken, terwijl de zijdelingse krachten worden opgenomen door om een verticale as draaiende geleidingswielen, die eveneens uitgerust zijn met een rubber luchtband. Voor de veiligheid zijn er voor de zijdelingse geleiding van de wielstellen stalen noodwielen, die op stalen rails komen te rollen als een luchtband lek zou worden en leeg zou lopen. Het geheel is ingenieus, geeft de mogelijkheid van grote aanzetversnellingen en remvertragingen, en brengt een geruisarme wijze van vervoer, maar geeft aanleiding tot de vraag, of het door de toch onvermijdelijke gecompliceerdheid wel een juiste oplossing is voor een zijdelings geleid voertuig, temeer daar met een ruime toepassing van rubber als constructiemateriaal, draaistellen met stalen wielen en rijdende over stalen rails ontwikkeld en geleverd zijn, die minstens zo geruisarm zijn, zeker bij de hogere snelheden (Figuur 2).



Figuur 2.
Een modern draaistel voor tramrijtuigen of metrotreinstellen.

In de wielen zijn tussen de wielbanden en de binnenwielen rubberblokken aangebracht.

De binnenliggende rollager-draagpotten van de wielstellen dragen het draaistelgevaarte via hellend geplaatste rubberveerblokken, die een chevronvormige doorsnede hebben.

(Foto Werkspoor-Utrecht N. V.)

Naast de vervanging van het spoorwiel door een andere uitvoeringsvorm, zijn er ontwikkelingen geweest, waarbij het wiel in de klassieke vorm werd gehandhaafd, maar waarbij voor de voortbeweging geen gebruik werd gemaakt van de adhesie tussen de wielen en de rails, maar de voertuigen werden voortbewogen met door verbrandingsmotoren aangedreven luchtschroeven, of met gasturbines die de straalvoortstuwing (jet propulsion) leverden.

Een andere uitvoeringsvorm van de voortbewegingsinstallatie, waarvan een veel grotere toekomst te verwachten zal zijn, is de lineaire motor, waarvan de rotor als een reactierail centraal in de spoorbaan is geplaatst, en niet alleen gebruikt wordt voor de aandrijving, maar tevens voor het (onafhankelijk van de adhesie) afremmen van de voertuigen. Een vorm van voortbewegen van de voertuigen, die niet alleen gebonden is aan voertuigen uitgerust met wielen, die dragen en zijdelings geleiden, maar een vorm, die tevens toegepast kan worden bij transportmiddelen, welke op een andere wijze gedragen en zijdelings geleid worden, bijv. met behulp van luchtkussens of van magnetische velden.

Laatstgenoemde transportmiddelen verkeren echter nog in het experimentele stadium. Zij hebben bovendien nog het bezwaar, dat de zgn. parasitaire bewegingen gedurende het voortbewegen bij de nu bekende uitvoeringen niet te dempen zijn, waardoor er een onrustige "loop" ontstaat en grote, vooral zijdelingse stoten kunnen optreden.

Tenslotte is volledigheidshalve te vermelden, dat voertuigen op luchtbanden ontwikkeld zijn, die elektronisch zijdelings geleid en geheel automatisch bediend worden door zenders, die op regelmatige afstanden aangebracht zijn onder het wegdek, dus eigenlijk een hybride van een "rail"/wegvoertuig, een geleide autobus, waarbij eveneens het (electronisch) dempen van de zijdelingse, parasitaire bewegingen een nog niet geheel opgelost probleem is.

Na deze algemene, niet-uitputtende inleiding over enkele beginselen van de loop van zijdelings geleide voertuigen, kan de vraag gesteld worden:

2. WAT IS DE TOEKOMST VAN HET RAIL-VERVOER?

Deze vraag lijkt gerechtvaardigd als de concurrentie in gedachte genomen wordt, die het railvervoer in allerlei vormen ondervindt door: het vervoer over de verharde weg, het vervoer over zee en de binnenwaterweg, het vervoer per pijpleiding en het vervoer door de lucht.

Uit de op het ogenblik in de gehele wereld gaande zijnde ontwikkelingen, is het antwoord op deze vraag naar onze mening af te leiden: het vervoer per rail, of anders gezegd, de spoorweg heeft dáár o. a. een duidelijke taak, waar behoefte is aan een grote vervoerscapaciteit met een binnen wijde grenzen gelimiteerde reis- of transporttijd, en waarbij het grondgebruik nodig voor het transportsysteem minimaal moet zijn. Om de rendabele exploitatie van het vervoer mogelijk te maken, zal automatisering op een ruime schaal moeten worden toegepast, waarvoor zoals reeds eerder werd opgemerkt, het railtransport zich bijzonder goed (zo niet het beste) leent. Men denke daarbij vooral aan het geconcentreerde, zeer frequente vervoer van reizigers in stedelijke agglomeraties. Echter niet om oplossingen te entameren, waarbij het gehéle reizigersvervoer in de stedelijke agglomeraties plaatsvindt met openbaar vervoer over de rail of over de verharde weg, maar er worde gedacht aan die oplossingen, waarbij het openbare rail- en wegvervoer en het particuliere wegvervoer elkaar aanvullen. Het is immers in verband met de kosten niet te verwachten, dat bestaande steden zo gewijzigd kunnen worden of nieuw te bouwen steden zo ontworpen, dat al het vervoer daar per particuliere auto kan plaatsvinden.

Ter toelichting moge het volgende dienen (de in deze toelichting gebruikte statistische gegevens zijn ontleend aan publicaties van het Centraal Bureau voor de Statistiek):

a. In het jaar 1960 werden met personenauto's in Nederland 790 milj. km afgelegd in het in de spitsuren vallend woon/werk verkeer. Met 1,5 passagier per auto zijn dit 1.185 milj. pass. km. In het zuiver zakelijke verkeer werden met personenauto's 6.460 milj. km afgelegd. Indien wij hiervan 1/4 nemen

als afgelegd in het spitsurenverkeer, met 1,5 passagier per auto, dan zijn dit 2.422 milj. pass. km. In totaal werden dus in het spitsurenverkeer door personenauto's 3.607 milj. pass. km afgelegd.

Ter vergelijking: Door de Nederlandse Spoorwegen werden in het jaar 1960 7.370 milj. pass. km afgelegd, en als wij aannemen, dat 65% daarvan in het spitsuur werd gereden, dan zijn dit 4.800 milj. pass. km.

b. In het jaar 1965 waren deze cijfers als volgt:

Woon/werk verkeer met personenauto's 4.140 milj. pass. km; van het zuiver zakelijke verkeer per personenauto in het spitsurenverkeer 4.282 milj. pass. km, totaal 8.422 milj. pass. km.

De Nederlandse Spoorwegen reden in de spitsuren 4.750 milj. pass. km. In het jaar 1965 werden met de personenauto's t. o. v. het jaar 1960 dus 4.815 milj. pass. km meer afgelegd, welke toename (méér dan een verdubbeling!) voor een groot gedeelte de oorzaak is van de verkeerscongesties in de steden.

c. Als wij aannemen, dat van 1965 op 1980 het aantal personenauto's in Nederland tot het tweevoudige zal toenemen, hetgeen een waarschijnlijk niet te hoge schatting is, dan is het zonder meer duidelijk, dat zelfs zonder ook anderszins nog rekening te houden met de toename van de bevolking in deze periode, het wegverkeer in de steden een onmogelijkheid wordt. In deze zelfde periode zal de bevolking in Nederland echter naar schatting met 2,2 milj. zielen toenemen, en de beroepsbevolking met 530.000 zielen. Daar in dezelfde periode de werkgelegenheid in de agrarische sector met 50.000 plaatsen zal afnemen, zullen in het jaar 1980 in totaal tenminste 580.000 personen meer deelnemen aan het verkeer. Indien wij aannemen, dat hiervan 450.000 personen deelnemen aan het spitsurenverkeer gedurende 250 dagen per jaar en een gemiddelde afstand van 20 km per werkdag, dan betekent dit een minimum toename van de verkeersbehoefte van 2.250 milj. pass. km. Daar het personenautoverkeer in de steden dan niet verder meer kan toenemen (zie het bovenstaande),

zal deze toename van de vervoersbehoefte van 2.250 milj. pass.km geheel door het openbaar vervoer moeten worden opgenomen. Bovendien zal een groot gedeelte van de toename van het aantal passagierskilometers, dat ontstaat door de verdubbeling van het aantal personenauto's, bijv. minstens 3.000 milj. pass.km, ook niet meer met personenauto's in en tussen de steden kunnen worden afgelegd.

Bovenstaande onder a t/m c gegeven toelichting mag alleen beschouwd worden als een globale aanduiding, die slechts dient om de te verwachten tendens aan te geven.

Of naast het uit te breiden en te verbeteren openbaar vervoer de zgn. mini-auto een oplossing zou bieden voor de stedelijke vervoersproblemen, is naar onze mening nog een vraag. De beschikbare rijbaanoppervlakte zal, als deze kleine auto's veel zouden worden gebruikt, door een groter aantal voertuigen worden bereiden, waardoor de kans dat verkeerscongesties ontstaan niet zal afnemen, doch juist eerder zal toenemen.

Bij de beschouwing over de keuze van een transportsysteem moet, menen wij, in de eerste plaats de vraag gesteld worden, welk transport kunnen wij als gemeenschap betalen, en ons dus veroorloven? In dit verband is het toereikend om in gedachte te nemen de kosten voor het aanleggen en voor het onderhouden van de autowegen, zonder daarbij te betrekken de niet direct zichtbare kosten die het privé-autobezit over het algemeen met zich brengt. Men moet dan wel tot de conclusie komen, dat uit het oogpunt van landseconomie deze vorm van privé-transport, als het om grote aantallen te vervoeren personen gaat, minder rendabel is dan het reizen met railvoertuigen.

Om tot een keuze van het transportsysteem te komen, zullen in belangrijke mate bepalend moeten zijn de vereiste vervoerscapaciteit op een bepaald traject, en het totaal van alle kosten van het (openbare) vervoersapparaat, dat deze vervoerscapaciteit, zo mogelijk met een potentiële capaciteitsreserve, kan opbrengen.

Het vorenstaande geldt voor het reizigersvervoer. Voor het goederenvervoer gelden gedeeltelijk dezelfde, gedeeltelijk andere overwegingen. Zo zullen bepaalde bulktransporten,

zoals bijv. van steenkolen, de tendens hebben om te verdwijnen en zullen andere transporten van gedeelde en kleine ladingen geconcentreerd worden tot gegroepeerde, grote ladingen, waarbij wij bijvoorbeeld denken aan de toepassing van de container, niet alleen voor overzeeverracht, maar tevens voor vracht die òf aansluitend, òf alleen over land gaat.

De container is pas in een beginfase van ontwikkeling, hij geeft o. a. een unieke kans voor het koppelen van de mogelijkheid en economie van het massatransport over de spoorweg, met de flexibiliteit van de vrachtauto bij het zgn. vóór- en natransport. Uiteraard zal hierbij gedacht moeten worden aan een groter economisch gebied dan ons land of de Benelux, en in de toekomst zelfs een groter gebied dan de EEG.

Hier zijn belangrijke ontwikkelingen te verwachten, echter meer in de organisatie, o. a. door het toepassen van elektronische rekenmachines voor het snel verwerken van de transportgegevens, dan in de technische uitvoering, die zich in een later stadium aan de grotere transportsnelheid (doorstroomsnelheid) van de goederen zal moeten en kunnen aanpassen.

Dit zal resulteren in o. a. een noodzakelijke vermindering van het eigen gewicht van de transportmiddelen, waardoor er vooral bij de containers een grotere toepassing van lichtmetalen en kunststoffen te verwachten is.

Daar de netten van de Europese spoorwegmaatschappijen op elkaar aansluiten aan de landsgrenzen en het vervoer van reizigers en goederen daar onderling wordt overgedragen, waardoor er een effectieve samenwerking mogelijk is en onderlinge concurrentie vermeden kan worden, zijn de spoorwegen mede hierdoor het aangewezen transportmiddel voor grote groepen reizigers (bijv. toeristenverkeer) en geconcentreerde zendingen van gecombineerde ladingen.

Voor deze goederentransporten zijn treinen van een constante samenstelling gewenst, die rijden tussen vaste knooppunten, zodat het tijdrovende rangeren van goederenwagens en het gedurende de reis opnieuw samenstellen van goederentreinen kan vervallen. Hierdoor wordt met dit goederenvervoer, bijv. met containertreinen, dat plaats zal vinden volgens een vaste

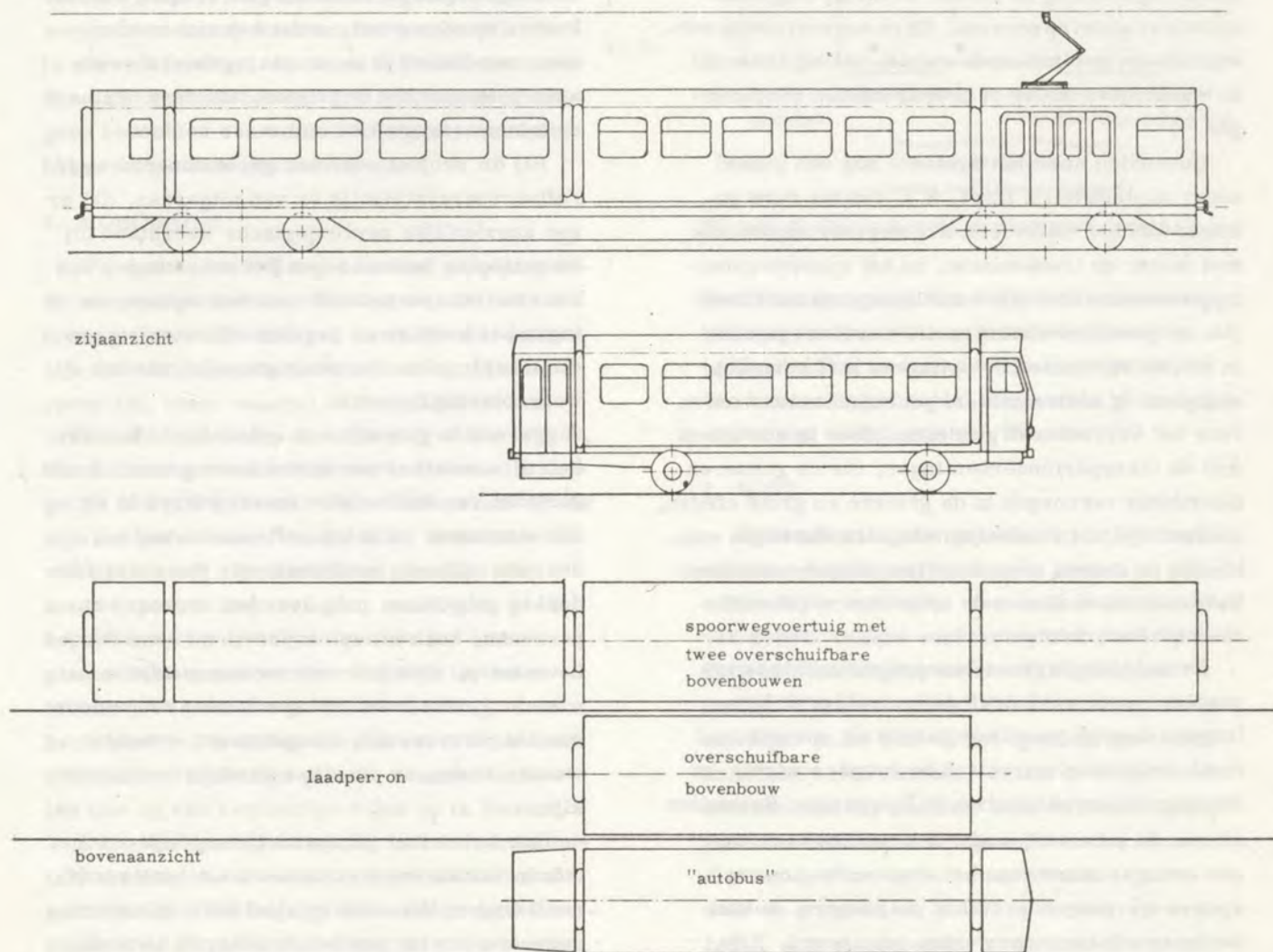
dienstregeling, de maximum service geboden. Zoals in het bovenstaande reeds werd opgemerkt, zal dit railtransport, aangevuld met afhaken of aanvoeren van de containers van of bij de klanten, het gewenste deur-tot-deur transport doen ontstaan, waarbij het wegvervoer de beginschakel en de eindschakel van de transportweg vormt. Ook voor het transport van over zee aangevoerde containers kunnen zulke treinen het gewenste snelle transport leveren van de havens naar de terminals ver in het binnenland.

Daar de vraag naar het deur-tot-deur transport ook in het openbare reizigersvervoer reeds dringender wordt, zijn er verschillende pogingen gedaan om deze vorm van vervoer te verwezenlijken. Van een in ontwikkeling zijnd project voor regionaal personen-en goederenvervoer, dat gebaseerd is op de toepassing van een losse, zijdelings overschuifbare bovenbouw,

die óf op een wegvoertuigchassis kan worden geplaatst, óf op het onderstel van een spoorwegvoertuig, óf op een perron of laadvloer als er voor zo'n bovenbouw op dat ogenblik geen vervoer is, willen wij in het hiervolgende een korte beschrijving geven.

3. EEN GECOMBINEERD WEG/RAILVERVOERSYSTEEM.

Met dit vervoersysteem kunnen door een "autobus", rijdende door een stadswijk, die passagiers opgenomen worden, die per trein in een bepaalde richting naar hun werk wensen te reizen. Aangekomen bij het station wordt de bovenbouw, waarin zich de passagiers bevinden, zijdelings overgeschoven, bijv. op een perron, waarna als de trein binnenkomt, deze bovenbouw wordt doorgeschoven op een rijtuigonderstel (Figuur 3).



Figuur 3. Een gecombineerd weg/rail-vervoersysteem.

Deze bovenbouw is gedacht in een uitvoering met alleen ramen in de zijwanden en alleen deuren in de kopwanden. Dit houdt dus in, dat de in- en uitstapdeuren en de treebakken zich bevinden op het wegvoertuigchassis, waarbij deze bovenbouw dus tussen de vooropbouw en achteropbouw van het chassis wordt geplaatst. Op het spoorwegrijtuigonderstel zijn eveneens opbouwen met kopdeuren en zijdeuren geplaatst, waar de bovenbouw tussen wordt geschoven, zodat er de mogelijkheid is, dat gedurende de treinreis de passagiers die bovenbouw(en) opzoeken, die in de plaats van bestemming met een ander wegvoertuigchassis naar een bepaalde stadswijk wordt of worden gereden.

Het is dus in wezen een collectieve vorm van huis-aan-huis-reizigersvervoer. Weliswaar is er een begin en een eind van de reis waarin de reiziger voetganger is, maar zijn reis verloopt zonder overstappen van het wegvoertuig naar het spoorwegvoertuig en zonder in tocht, regen of sneeuw te staan op perrons. En in een verlichte, verwarmde en geventileerde ruimte zal hij (zittend) de wachttijden nuttig of prettig kunnen doorbrengen.

Bovendien heeft het systeem nog een geheel ander aantrekkelijk facet, n.l. dat het dure gedeelte van het materieel: het wegvoertuigchassis met motor en transmissie, en het spoorwegvoertuig eveneens met zijn voortbewegingsinstallatie (als er geen locomotieftractie wordt toegepast), in de periode tussen de spitsuren met normale stukgoed- of koelcontainers gebruikt kunnen worden voor het vervoer van goederen. Hier is dus zowel met de transportondernemingen, die de goederendistributie verzorgen in de grotere en grote steden, en met bijv. de Posterijen een aantrekkelijke combinatie te maken, waardoor het stilstaan van kostbaar materieel tussen de spitsuren wordt vermeden of voorkomen.

Evenals bij elk gecombineerd vervoer is er een probleem voor wat betreft de controle op de betaling van de prijs voor de gemaakte rit, maar dit zal met behulp van elektronisch bestuurd controle- en ontwaardingsapparatuur op te lossen zijn. Bovendien kunnen de plaatsen, waar de bovenbouwen worden overgeschoven van het wegvoertuig op het spoorwegrijtuigonderstel of omgekeerd, buiten de bebouwde kommen worden gesitueerd. Bijv. kunnen deze stations niet toegankelijk worden gemaakt voor passagiers, die geen gebruik

hebben gemaakt van de bijbehorende vóór- en nawegtransportschakel van de reis. Het buiten de bebouwde kommen plaatsen van deze speciale stations zal eveneens noodzakelijk zijn, in verband met de benodigde opstelruimte van die bovenbouwen of containers, die op dat ogenblik niet in bedrijf zijn.

Bij de genoemde bovenbouwen is gedacht aan buitenafmetingen, die geheel overeenstemmen met die van de 30 foot standaard-ISO containers, zodat deze als stukgoed- of koelcontainers op dezelfde transportmiddelen binnenlands kunnen worden vervoerd.

Het bovenstaande project werd hier globaal beschreven, om daarmee eveneens aan te geven, dat door een bepaalde combinatie van bekende technieken, weliswaar aangepast aan een speciale toepassing, een oplossing van bepaalde transportproblemen mogelijk zou kunnen zijn, als bestaande, historisch gegroeide technische ontwikkelingen en situaties geheel opzij zouden kunnen worden gezet, zodat het niet zonder meer noodzakelijk is om naar geheel nieuwe, andere technieken te grijpen, als deze bestaande transportsystemen niet meer voldoen.

Bij dit project voor een gecombineerd weg/railvervoersysteem is er van uitgaan, dat er een aanzienlijke psychologische weerstand bij de reizigers bestaat tegen het overstappen van het ene transportmiddel naar het andere, en tegen het wachten op perrons of halteplaatsen die te weinig bescherming geven bij slechte weersomstandigheden.

Tevens is getracht een oplossing te ontwikkelen, waarbij er een intensiever gebruik wordt gemaakt van de kostbare investeringen in de infrastructuur en in het rollende materieel, door dit rollende materieel voor meer dan één doel te gebruiken, n.l. voor het vervoer van personen, en, met een andere, verwisselbare bovenbouw, voor het vervoer van goederen, waardoor deze investeringen tussen de periode van het piekvervoer, de spitsuren, eveneens worden benut, en daardoor rendabeler kunnen zijn.

Ook is het met dit systeem mogelijk om met behulp van kleinere containers kleinere goederenladingen, die over relatief korte afstanden vervoerd moeten worden, sneller te behandelen en te vervoeren, waardoor de concurrentiepositie van het railtransport ten opzichte van

het wegtransport voor deze ladingen bijv. tot een gewicht van 5 ton, aanzienlijk zou kunnen worden verbeterd.

Ook hier wordt de container of het boxpallet aan het begin en aan het einde van de reis over de weg vervoerd, waarbij als het een container is, deze de bovenbouw van een bestelauto wordt, die achter de cabine voor de bestuurder, zijdelings op het vrachtautochassis geschoven kan worden, dus men verkrijgt dan vervoer van deur-tot-deur zonder onnodig overladen van de lading, met het oogmerk arbeid te besparen, sneller te vervoeren, en een vollediger service aan de klant te kunnen bieden.

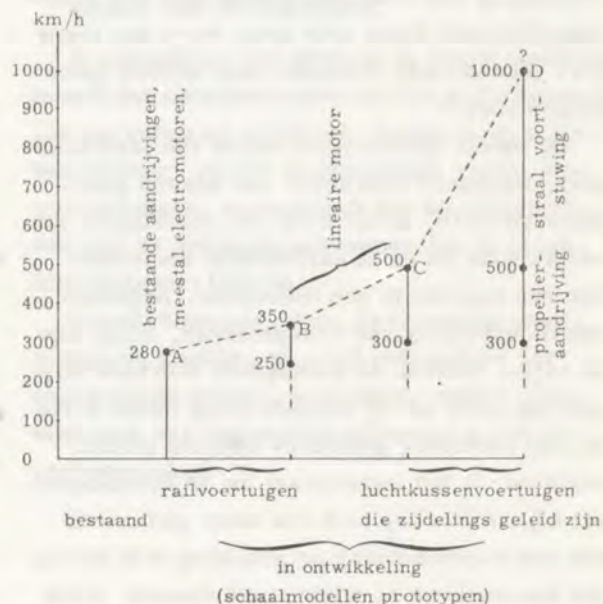
Het is misschien gewenst om er hier nogmaals op te wijzen, dat de weg en de rail wat betreft reizigers- en stukgoederenvervoer niet elkaars concurrent behoeven te zijn, maar elkaar kunnen aanvullen, waardoor tegelijkertijd vermeden kan worden dat de auto onze steden onbewoonbaar gaat maken. Wij behoeven in dit verband slechts de verkeerscongesties op de wegen te noemen, waarvan het toch onjuist is te veronderstellen, dat deze te voorkomen zouden zijn door het bouwen van meer wegen, hetgeen bovendien een verhoudingsgewijs onrendabel grondgebruik zou betekenen.

4. MONORAILS

Wij denken hierbij aan de soms gepropageerde monorailprojecten, die voor wat betreft de bovengrondse uitvoeringen eigenlijk niet anders zijn dan een bijzondere vorm van een viaductspoorlijn, maar waarbij de mogelijkheid ontbreekt om de baan op de begane grond te leggen, als dit voor wat betreft de verkeerssituatie mogelijk zou zijn geweest. Deze "monorails" (vaak zijn het geen "echte" monorails, in de ware zin van het woord) zijn dus alleen geschikt voor meer beperkte toepassingen, waarbij de goedkopere baan op de begane grond door andere plaatselijke oorzaken niet mogelijk is, en er tevens geen behoefte is aan netvorming, want het wissel- of kruisingenprobleem is voor deze vormen van zijdelings geleide transportmiddelen niet op een eenvoudige wijze op te lossen.

Dit is anders bij de nu nog in het experimentele stadium verkerende transportmiddelen die gedragen en zijdelings geleid worden door luchtkussens of magnetische velden en die eveneens monorails genoemd zouden kunnen worden. De-

ze transportmiddelen zouden, omdat zij geen adhesie benutten voor het voortbewegen en het remmen, met aanzienlijk hogere snelheden kunnen worden voortbewogen, n.l. 300 tot 1000 km/h (Figuur 4). Zij zouden echter een "noodlandingsgestel" nodig hebben, dat met wielen, of voor de zeer hoge snelheden met speciale glijsloten, is uitgerust. Dit voor het geval de krachten, waardoor het transportmiddel gedragen en zijdelings geleid wordt, door bijv. een technische storing zouden wegvallen.



Figuur 4. De te bereiken maximum snelheden.

Dan rijst de vraag: Als deze duplicatie er nu toch moet zijn, waarom wordt dan voor het (gedeeltelijke) dragen en zijdelings geleiden van het transportmiddel niet steeds gebruik gemaakt van wielen met een flens?

5. HSGT

Deze afkorting die geheel past in het beeld van deze haastige tijd, waarin men o. a. de efficiency tracht op te voeren door het hanteren van zonder nadere verklaring niet meer te begrijpen afkortingen, betekent: High Speed Ground Transportation. Een onderwerp waaraan bijv. in de USA op het ogenblik zeer veel aandacht wordt besteed, omdat de andere verkeersmiddelen, zoals de auto en het vliegtuig (met het daaraan voorafgaande en daarop aansluitende vóór- en natransport met de auto) door de congesties, zowel op de weg als in de lucht, zijn vastgelopen, of dit binnen afzienbare tijd zullen doen.

Misschien ook is er in de USA zo'n grote belangstelling voor dit onderwerp door het voorbeeld van de welbekende New Tokaido Line in Japan, de nieuwe spoorlijn, met de normale spoorwijdte van 1435 mm, die met een intensieve reizigersdienst tussen Tokyo en Osaka bereden wordt met de maximum snelheid van 240 km/h.

De belangrijkste vraag die bij deze ontwikkeling naar voren komt sluit aan op de laatste zin van het vorige hoofdstuk, nl.: Blijft de toepassing van dragende wielen met een zijdelings leidende flens voor deze vorm van transport gehandhaafd of komen daar andere oplossingen voor?

De meest futuristische wijze van landtransport, waarover voorzover ons bekend gepubliceerd werd, is het door een combinatie van een vacuüm en de zwaartekracht afschieten van een capsule in een tunnelbuis. Afgezien van de oplossing van vraagstukken, zoals bijv. de wijze, waarop de passagiers voorzien blijven van lucht om te ademen en op welke wijze zij een onderweg gestrande capsule kunnen verlaten, is het interessant om te constateren, dat bij dit ontwerp toch ook weer gedacht is aan een ondersteuning en geleiding met behulp van spoorstaven en wielen met flenzen. Zelfs bij dit Jules Verne-achtige project werd dus nog niet aan een andere dan het toepassen van deze klassieke oplossing gedacht.

Het zal ook bijzonder moeilijk zijn om voor wielen een andere oplossing te vinden, indien deze nodig mocht blijken. Dit zou bijv. het geval kunnen zijn door te hoge onderhoudskosten van het rollend materieel, en vooral van de baan, bij het rijden met zeer hoge snelheden, of bijv. door ontoelaatbare trillingen, veroorzaakt door een niet volmaakte baan, dan wel door het falen van de toegepaste materialen, die op het ogenblik ter beschikking staan. Ter toelichting geven wij in figuur 4 een globaal beeld van de te bereiken maximum snelheden met geleide voertuigen voor landtransport. De beperkende factoren zijn resp. bij de in deze figuur 4 voor de voertuigen A t/m D genoemde maximum snelheden o. a.:

A. de railvoertuigen van de bestaande constructies: De adhesie, die onvoldoende wordt om de aandrijfkraft te kunnen le-

veren, nodig voor het overwinnen van de totale weerstand van het voertuig.

B. de railvoertuigen aangedreven door een lineaire motor:

De veilige loop van het voertuig. Deze wordt in gevaar gebracht door trillingen, o. a. veroorzaakt door de niet volmaakte baan.

C. de luchtkussenvoertuigen die aangedreven worden door een lineaire motor:

Het te grote gewicht van deze motor. Dit gewicht neemt toe met het grotere vermogen dat vereist wordt voor de voortbeweging. Verder zou beperkend zijn de stroomafneming, die door mechanische invloeden onbetrouwbaar wordt.

D. de luchtkussenvoertuigen met propeller aandrijving of straalvoortstuwing:

Vermoedelijk de infrastructuur. Waarschijnlijk zullen de boogstralen te groot worden en zal de baan daardoor te kostbaar worden om in bestaande situaties te kunnen worden ingepast.

6. SLOTBESCHOUWING.

Terugblikkend op de geleidelijke ontwikkeling van het railvervoer blijken er, zij het sporadisch, geheel nieuwe vindingen te zijn geweest, vaak geniale vindingen of vindingen die aan het geniale grenzen. Menigmaal werden zij in het begin niet, of onvoldoende onderkend en kwamen pas later tot een toepassing. Dan maakten zij hun ontwikkeling door, die veel lijkt op een estafette, waarbij er een onvoorstelbaar groot aantal detailverbeteringen door veel ijverige technici of uitvinders werden aangebracht tot een top werd bereikt, de oorspronkelijke vinding zichzelf overleefde, en er een nieuwe vinding klaar stond om de eerstgenoemde te vervangen.

Een voor de hand liggend voorbeeld is de sneldraaiende tractiedieselmotor, die met 20 cilinders hoge-drukvlulling en tussen- en na-koeling van de inlaatlucht aan het einde van zijn ontwikkeling lijkt te zijn, terwijl eventuele opvolgers als de gasturbine en de Wankelmotor reeds klaar staan en op beperkte schaal al worden gebruikt.

Een ander voorbeeld, dat misschien nog meer tot de verbeelding spreekt, is de stoomlocomotief. Technisch geheel aan het einde van

zijn ontwikkeling met een nimmer geëvenaarde constructieve eenvoud, nu bij een groot aantal spoorwegmaatschappijen vervangen door elektrische locomotieven en diesellocomotieven, die veel beter geschikt zijn voor het economisch verantwoord rijden met hogere snelheden.

Tenslotte komen wij nogmaals terug op het vraagstuk of het dragende en geleidende wiel zal blijven bestaan, of dat door de ontwikkeling van bijv. de brandstofcel, die misschien op zeer efficiënte wijze elektrische stroom kan leveren, het dragen en zijdelings geleiden van transportmiddelen door magnetische velden, gevoed met stromen van deze brandstofcellen, een mogelijke oplossing zal zijn voor de in een verre toekomst te ontwikkelen landtransportmiddelen voor passagiers en goederen.

Dan zal alle mechanische arbeid en zullen alle mechanische krachten in de zgn. tussenschakels geëlimineerd zijn, doordat:

a. in de brandstofcel, door een chemisch-fysisch proces de in de brandstof aanwezige energie zonder mechanische arbeid als tussenschakel, omgezet wordt in electrici-

teit. Dit in tegenstelling tot bijv. een dieselmotorgeneratoraggregaat, waarin de energie van de brandstof eerst wordt omgezet in mechanische arbeid, die vervolgens weer wordt omgezet in electriciteit.

b. het dragen, geleiden en voortbewegen van het transportmiddel dan zal plaats vinden door electromagnetische krachten, dus zonder gebruik te maken van de leidkrachten tussen de flenzen van de wielen en de zijkanten aan de binnenzijde van de railkopen van de spoorbaan.

In afwachting van deze in de verre toekomst mogelijke ontwikkelingen zal het railtransport van personen en goederen, zoals in dit artikel beschreven, zij het in gewijzigde vorm, zowel technisch, economisch als planologisch, een niet te ontberen vervoerswijze in de nabije toekomst blijven.

Gecoördineerde, door de Overheid gestimuleerde studiën, waarbij ook andere vervoerswijzen worden betrokken, zullen nodig zijn voor een doelmatige afbakening van de vervoerstaken.

LITERATUUR

1. G. Gabrielli en T. von Kraman,
"What Price Speed ?"
Mechanical Engineering, October 1950, bladzijden 775 t/m 781.
2. Alan. C. Cripe,
"Is Rapid Transit Expensive ?"
Metropolitan Transportation, New York, Juli 1961.
3. Tadashi Matsudaira,
"Tot welke grens kan de snelheid van de treinen worden opgevoerd ?"
Japanese Railway Engineering, Juni 1966.
4. International Chamber of Commerce,
"Financial Situation of the Railways and Urban Transport".
Commission of Transport Users, November 1966.
5. William. W. Seifert, et al.
"Technology for High-Speed Ground-Transport".
MIT, Cambridge, Mass., 31 December 1966,
US Department of Commerce.
6. P. Sudreau,
"La Révolution Ferroviaire"
Transport, Januari 1967, bladzijden 11 t/m 20.
7. Myron Miller,
"High Speed Ground-Transportation",
AICCF - UIC Symposium des grandes vitesses, Wenen, 17 - 20 juni 1968.
Bulletin van de AICCF, December 1967, bladzijden 775 t/m 784.

TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN IN HET WEGVERKEER.

door prof. ir. G. J. van der BURGT.

De impuls voor de ontwikkeling van de gemotoriseerde wegvervoersmiddelen is ongetwijfeld het bestaan van een wegennet geweest, waarbij het mogelijk bleek de transportmiddelen van alle categorieën redelijk te adapteren aan het gebruik van dat bestaande net. Zolang de kwantiteit van de aanwezige voertuigen en hun dagelijkse kilometer-prestatie ver achterbleef bij de voorraad gebaande weg, behoefde men zich nauwelijks te bekommeren over de manier waarop een gebruiker de twee-eenheid weg-voertuig gebruikte en welke specifieke punten van dat voertuiggebruik de grote aantrekkelijkheid vormden.

Nu zich duidelijk aftekent, dat de auto zowel voor personen- als goederentransport een zeer gewenst transportmiddel is, blijkt er een enorme discrepantie te ontstaan tussen de massaproductie van automobielen (en het even grote absorptievermogen van onze economie voor deze autostroom) en de productie-capaciteit van nieuwe wegen om deze wagens redelijk te kunnen gebruiken. Een ander spanningsveld zou kunnen zijn de gelden benodigd voor de aanleg van deze wegen.

Als men een poging doet de ontwikkelingen in de wegverkeerssector af te schatten, dan worden deze vrijwel alle gestempeld door de vraag of er technische mogelijkheden zijn om een acceptabel evenwicht te bereiken tussen de beschikbare verkeersruimte en de vraag van de voertuiggebruikers naar die ruimte om tot de gewenste voertuigprestatie te komen. De eerste moeilijkheid (en tevens mogelijkheid) waarop men stuit is, dat de term vervoersprestatie een veel te economisch geladen woord is om bruikbaar te zijn als kenmerk van de existentie van het wegverkeer. De term is bruikbaar voor het vrachtvervoer over de weg, het vervoer met stads- en lijnbussen, taxiritten en een deel van het personenwagengebruik, maar bij de touringcars en het gebruik van personenauto's voor winkelen, de weekend- en vakantietrips, en vaak ook het woon-werkverkeer, schiet de term vervoersprestatie te kort.

Speciaal de privé-auto geeft de gebruiker transportfaciliteiten die veel meer inhouden dan de simpele verplaatsing van A naar B, waarvoor men in principe een reeks alternatieve transportmiddelen zou kunnen gebruiken. Er is dus bij het autogebruik sprake van een behoeftebevrediging, die aanzienlijk meer omvat dan de verplaatsing alleen en die emotioneel ervaren wordt (zie "Man and Motorcars" Stephen Black).

De expansie van het autogebruik heeft voor velen het kwantum van de mogelijke geneugten van het leven vergroot. Helaas is het zo, dat de gehele bevolking door een verarming op andere gebieden bedreigd wordt, dan wel reeds gestraft is (toenemende onveiligheid buitenshuis, lawaai, luchtbederf, etc.). Niettemin "genieten" vele gebruikers van gemotoriseerde wegvoertuigen (van brommers tot zware diesels toe) van het bespelen van zo'n mechanisme in het verkeer. Deze instelling van de consument t.o.v. zijn gemotoriseerd transportmiddel, maakt het moeilijk om de daarmee gekoppelde problemen op te lossen, want hoewel iedere weggebruiker mogelijk overtuigd is van zijn eigen kleine aandeeltje daarin, zal hij alleen willen meewerken aan oplossingen, die andere verkeersdeelnemers restricties opleggen en zijn voorkeurvervoer sparen.

Parkeerverboden zijn nuttig in iedere straat behalve voor het eigen huis. Iedere vrachtrijder kan niet opschieten door de vele personenwagens en elke personenwagenrijder probeert bij een verkeerslicht naast en niet achter een vrachtwagen te komen. De openbare buslijnen willen straatdelen slechts voor de bus reserveren en speciale voorrangrechten hebben in het verkeer. Bijna ieder voorstel dat tot vermindering van de verkeersnood gedaan is, blijkt schadelijk voor bepaalde andere bestaande vormen van weggebruik.

Als men zich aan de taak zet een toekomstvisie voor het wegvervoer te ontwikkelen, werpt men zich voor de leeuwen, want men wordt gedwongen de "verdelende rechtvaardigheid" te spelen in een schaarstesituatie, waarbij men er niet aan ontkomen kan om voor te

stellen van ieder iets af te nemen van datgene wat hij nu nog heeft of kent, in de hoop dat er dan voor iedereen nog voldoende bruikbaar overblijft.

Met het bovenstaande is de "distributiementaliteit" gekarakteriseerd van waaruit men beleidslijnen voor het wegverkeer in de toekomst kan zien groeien. Als mogelijke lijnen kan men globaal zien:

- a. Verdere vrije ontwikkeling van bestaande wegvervoersmiddelen naar soort en aantal, en een verkeersafwikkeling volgens de huidige organisatievorm.
- b. Het afremmen van het gebruik van grote aantallen wegvoertuigen en (misschien slechts in bepaalde zones) ombuigen van het huidige en toekomstig wegtransport naar andere transportmethoden (spoorwegen-waterwegen).
- c. Differentiatie van voertuigtypen (personen), licht vrachtverkeer, zwaar vervoer) op voor iedere soort geschikte wegen met een verkeersafwikkeling aangepast aan de technische eigenschappen van die voertuigen.
- d. Normalisatie van eigenschappen en afmetingen van iedere categorie voertuig (bijvoorbeeld voor personenvervoer) en geleidelijk voortschrijdende automatisering van de verkeersafwikkeling in verkeersintensieve centra.

Ad a.

De vrije ontwikkeling kan ieder zich gemakkelijk in zijn consequenties voorstellen. De hypothetische omvang van het voertuigpark over 20 jaar is ca. driemaal de huidige sterkte. Als men de huidige congestie-frequentie nog juist acceptabel acht en dan weet dat er nu buiten de bebouwde kommen ca. 6500 km weg breder dan 6 m aanwezig is, zou men om niet achteruit te gaan 15 à 20.000 km weg moeten produceren. Het parkeervlak binnen de bebouwde kommen van Nederland zou men met ca. 60 km² moeten uitbreiden om zowel bij de woning, als bij de verkeer aantrekkende centra of werkterreinen een plaats te kunnen vinden. De dan aanwezige oppervlakte aan stadswegen moet als schrikbarend grote doch onbekende P. M. -post genoemd worden. Het lijkt niet waarschijnlijk dat onze samenleving dit wil betalen en gezien onze schaarste aan grond zich kan permitteren deze oppervlakken voor verkeersvlak te realiseren.

Ad b.

Het volgen van de tweede beleidslijn, ombuiging van het wegtransport naar andere transportmiddelen, schijnt een noodzakelijk antwoord op de onwaarschijnlijkheid van realisering van de eerste. Helaas moet men vrezen, dat deze oplossing door velen gesteund wordt als de meest geschikte vorm van vervoer voor de buurman of de concurrent, om daardoor voor zichzelf de nodige ruimte te behouden om persoonlijk de éérste ontwikkelingslijn te kunnen blijven volgen. Het lijkt in ieder geval verantwoord een vraagteken te plaatsen bij de realisatiemogelijkheden van dit beleid, omdat de bouw van andere transportsystemen, met een maaswijdte die een redelijk transportpeil waarborgt, ook grote financiële offers vergt. Maar bovendien zijn er in de samenleving bepaalde verplaatsingsgewoonten (het recreatievervoer) ontstaan, waarvoor het moeilijk is een alternatief algemeen transportsysteem te bouwen. Ook het bestelwerk aan huis, het lichte goederen-transport, kent geen alternatief vervoermiddel dan de lichte auto. Men kan vinden dat dit recreatievervoer secundair is en dus opgeofferd zou kunnen worden aan andere noden, doch "de arbeid is niet om zichzelf wil geliefd, maar om de vruchten daarvan". De leefbaarheid van bepaalde milieus wordt gevormd door de mogelijkheden in de consumptieve sfeer, waarvan de transportfaciliteiten een belangrijke deel uitmaken. Het scheppen en in stand houden van deze recreatieve transportmogelijkheden berust bij een belangrijke productiegroep (garagebedrijven, horeca, theaters etc.). Het is de vraag of het mogelijk is een openbaar transportsysteem te creëren, dat in bevredigende mate tegemoetkomt aan de diversiteit van transportfaciliteiten, waarover "men" in de toekomst wil kunnen beschikken. Is dat niet zo, dan is er een reële kans, dat men toch geconfronteerd wordt met de groei in "tal en last" van de wegtransportmiddelen waarmee het grote gamma van de transportbehoefte zou worden bestreken.

Wat de auto's zelf betreft, is er in deze beide gevallen nauwelijks aanleiding om revolutionaire ontwikkelingen te verwachten. De huidige trend, grotere, snellere en goedkopere auto's heeft geen overheidsstimulans nodig,

want hij ligt precies in de lijn van de eisen van de consument en de zich daarnaar richtende autofabrikanten. De inmenging van de overheid zal zich dan ook kunnen beperken tot het op een gelijke noemer houden van de diverse fabriekanten met het oog op de verkeersveiligheid. Een meer actieve veiligheidsbeleid zou kunnen zijn een vorm van premiëring (bijv. belastingaftrek) voor constructieve uitvoeringen met een veel groter veiligheidspotentieel, maar die bij aanschaf en exploitatie kostbaarder zijn. Men kan dan denken aan niet blokkerende remsystemen zonder looptijd voor vrachtauto's, volwaardige tweede remsystemen als het eerste een storing krijgt (dit is iets anders dan gescheiden remcircuits), enz.

De hierna te bespreken ontwikkelingsmogelijkheden c en d zijn geheel gebaseerd op de filosofie, dat men de schaarste aan grond en dus ook aan wegdekoppervlak als permanent uitgangspunt dient te aanvaarden. Men moet dan gaan streven naar het productierijp maken van nieuwe technische oplossingen, die het mogelijk maken in deze krappe verkeersruimte een maximale bevrediging van ieders individuele verkeersbehoeften te realiseren. Dat de overheid daarbij aan velen beperkingen op zal moeten leggen is een bittere pil, die men echter wel zal willen slikken, als men bedenkt dat de beperking door hogerhand een betere remplaçant kan zijn voor de anders onvermijdelijke natuurlijke grens, die door een teveel aan weggebruikers op allerhande wegen en straten wordt gevormd.

Ad c. Differentiatie naar voertuigtypen.

Tracht men de eisen te formuleren, waaraan nieuwe voertuigtypen en een daaraan aangepaste organisatie van de verkeersafwikkeling moeten voldoen om een kans op succes te hebben, dan zijn dat:

1. Een verhoogde bruikbaarheid van auto's in het bestaande stratenpatroon van de steden en acceptabel op de buitenwegen.
2. Een voertuig dat zonder bijzondere risico's gebruikt kan worden in een omschakelingsperiode, te zamen met verkeersmiddelen van de huidige bouwwijze.

De bruikbaarheid heeft twee zijden, nl. dat, wat de eigenaar met de auto wil doen en datge-

ne wat de collectiviteit van eigenaren kan toestaan om een redelijke bevrediging van de transportbehoefte voor ieder mogelijk te maken. Globaal is die bruikbaarheid:

- a. Rijden met een aantal personen in de wagen met een zo goed mogelijke gemiddelde snelheid en een grote reproduceerbaarheid van de reistijd, d. w. z. men moet geen grote marge, wat betreft vertrek- en aankomsttijdstip, voor congesties, ongevallen of parkeermoeilijkheden moeten incalculeren.
- b. Bij het bereiken van het reisdoel de auto zo dicht mogelijk bij dit doel kunnen parkeren.

Ook voor hen die niet zelf aan het gemotoriseerde verkeer deelnemen is de aanwezigheid van opstelruimte vlak bij de woon- of werkgelegenheid i. v. m. het verzorgende verkeer zoal geen eis, dan toch zeker een pluspunt met betrekking tot de bruikbaarheid. De kwaliteit en waardering van het wegtransport, vooral in de bewoonde centra, worden niet alleen bepaald door de stroomsnelheid, maar vooral door de stationeermogelijkheid op redelijke afstand van willekeurig gekozen vertrek- en aankomstpunten op ieder moment, dat men dit wenst.

Het gebruik van straten nu is universeel, d. w. z. voor stationeer-, parkeer- en stroomfuncties, maar ook voor alle soorten vervoer en vervoermiddelen. In sommige wijken kan dat nog zonder grote bezwaren, maar in vele andere is de dimensionering te krap. Deze dimensionering is opgebouwd op of aangepast aan de 2,5 m brede, 10 m lange en 4 m hoge vrachtauto of bus, waardoor een 5 à 6 m brede straat het minimum was voor een tweérichtingsverkeer van bescheiden omvang. Een enkele bestelwagen of parkeerder levert dan geen ernstige hinder, want men heeft bij matig verkeer veel kansen om uit te kunnen wijken op de baan voor de tegenligger. Ook de te nauwe bochten waar vrachtwagens de linkerhelft van de straat moeten gebruiken zijn geen bezwaar als die linkerhelft geen verkeersstroom voert.

Wat er gebeurt, als de parkeer- en verkeersbelasting stijgt, heeft geen toelichting, evenmin als de nu toegepaste remedies van parkeerverboden, en éénrichtingsverkeer, culminerend in afsluiting van straten (later stadswijken) voor vrachtauto's, dan wel alle auto's. De bekende moeilijkheden worden in belangrij-

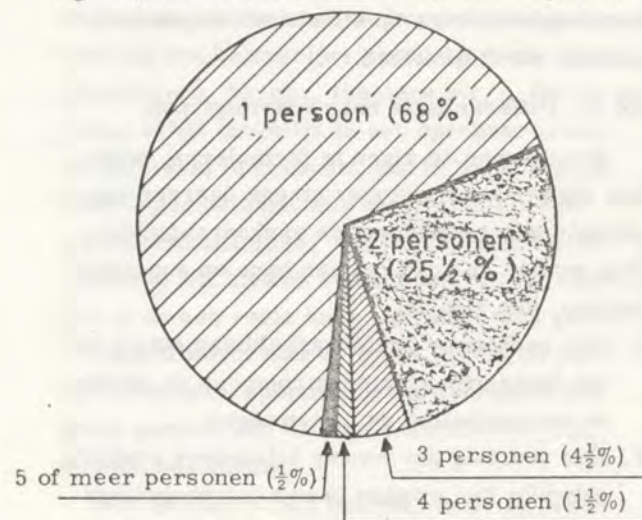
Tabel 1 - Gangbare afmetingen

	Pers. wagen		Vr. wagen	Autobus	Vr. wagen + aanh.
	Klein	Groot			
Spoorbreedte	1.20 m	1.55 m	2.00 m	2.00 m	2.00 m
Wielbasis	2.30	2.90	4.50	5.50	-
Lengte totaal	3.50	5.00	8	11 à 12	18
Breedte	1.50	1.90	2.50	2.50	2.50
Hoogte	1.40	1.60	3.50	3.20	4.00
Draaicirkel tussen trottoirs	9.5	13.0	18	24 (tussen muren)	24
Max. geladen gewicht	950 kgf	1900 kgf	16 t tot. gew.	16 t.	36 t.
Vermogen	30 pk	150 pk	80 à 100 pk	200 pk	200 pk

ke mate veroorzaakt en verergerd door de afmetingen en manoeuvreerbaarheid van de autotypen die we gebruiken, waarvan tabel 1 een indruk geeft. Dit leidt ertoe dat één man, inclusief de aan- en afvoerstrook voor zijn auto, ca. 18 m^2 grondoppervlak gebruikt op de begane grond om zijn personenauto niet te gebruiken, terwijl hij voor zijn arbeidsplaats over ca. 6 à 8 m^2 beschikt, waarbij dan deze arbeidsplaatsen nog vaak in hoogbouw aangebracht kunnen worden. Inderdaad is dit een sterk argument om voor het woon-werkverkeer en in de dichtbevolkte centra het gebruik van collectieve transportmiddelen te forceren, wanneer, zoals natuurlijk is, de aandacht in de eerste plaats gericht wordt op de kernen, waar concentratie van de verkeersmiddelen optreedt. Doch indien men hier een collectief vervoersstelsel heeft, dan zullen de stroombanen van dit stelsel uitwaaiëren naar de periferie waar de "dichtheid" van de reizigers steeds lager wordt. Langs deze stroombanen van het collectieve vervoermiddel zal men dus hier en daar punten moeten bepalen, waar groepen individuele voertuigen verzameld kunnen worden en dus opstelruimte vinden. Ook daar heeft men 18 m^2 per voertuig nodig en men heeft hetzelfde ruimtegebrek, alleen op een plaats waar dat minder duur is. Slechts als men kans ziet het collectieve vervoersstelsel zo aantrekkelijk te maken, dat velen geen interesse meer hebben in de aanschaf van een auto, gaat men parkeerruimte sparen. Zelfs als men voor het woon-werkverkeer, tram of trein neemt en de auto thuis laat, spaart men als gemeenschap slechts fractioneel op het grondgebruik. Immers de auto's blij-

ven overdag in de woonwijk en wanneer zij op de openbare weg parkeren, (een gevolg van de inrichting van vele woonwijken) nemen zij de ruimte in beslag die het verzorgende verkeer zou kunnen gebruiken.

Als men er vanuit gaat dat de massamotorisering niet afgeremd kan worden, kan men er nog slechts naar streven deze in vormen te gieten die het kleinste grondgebruik vergen. Eén der middelen is het zoeken naar een type vervoermiddel dat geparkeerd met heel wat minder ruimte genoeg neemt dan nu het geval is. Deze zaak is in Engeland grondig bestudeerd en de resultaten zijn neergelegd in een rapport van het Ministry of Transport "Cars for Cities". Als basis voor de afmetingen van het mini-autotje werd gebruikt de personen-bezetting van auto's in Centraal Londen. Dit is afgebeeld in fig. 1 (blz. 29 Cars for Cities). Het blijkt dat



Figuur 1. Personenwagenbezetting in Centraal Londen.

Tabel 2. - Voorgestelde afmetingen Britse stadsauto's

	Eénzitter	Tweezitter tandem	Tweezitter naast elkaar	Vierzitter	Ter vergelijking Grote personenauto
Spoorbreedte	0,76 m	0,97 m	1,14 m	1,14 m	1,55 m
Wielbasis	1,27	1,42	1,34	1,78	2,90
Totale lengte	1,78	2,09	1,99	2,38	5,00
breedte	0,91	1,12	1,32	1,32	1,90
hoogte	1,22	1,32	1,30	1,32	1,60
Draaicirkel	5,20	5,50	5,50	6,40	13,0
Geladen gewicht	385 kgf	550 kgf	550 kgf	830 kgf	1900 kgf
Vermogen	15/20 pk	23/27 pk	25/30 pk	30/35 pk	150 pk

Algemeen: Automatische transmissie regelbereik 1 : 4.

Grondvrijslag geladen 11 cm.

men 98% van het personenvervoer per individuele auto kan bestrijken met een driezitter en 99½% met een vierzitsauto. Studies van de configuratie van de autocomponenten, motorvermogen etc. voeren tot de conclusie dat men, gebruik makend van de nu bekende componenten en constructiemethoden, auto's volgens de specificatie van tabel 2 zou moeten construeren en deze algemeen toepassen. In dat geval is de winst in parkeerplaatsen op een terrein van gegeven grootte ca. 70% vergeleken bij de toestand nu in Engeland. De winst hier ligt bepaald hoger, doordat wij gemiddeld grotere wagens gebruiken dan in Engeland. De Britse benadering van het auto-ontwerp is conventioneel, zodat men op zeer korte termijn deze mini-auto's in productie-voorbereiding zou kunnen nemen en over twee jaar leveren zonder problemen, zie fig. 2.



Figuur 2. Eén der Britse stadsautotypen.

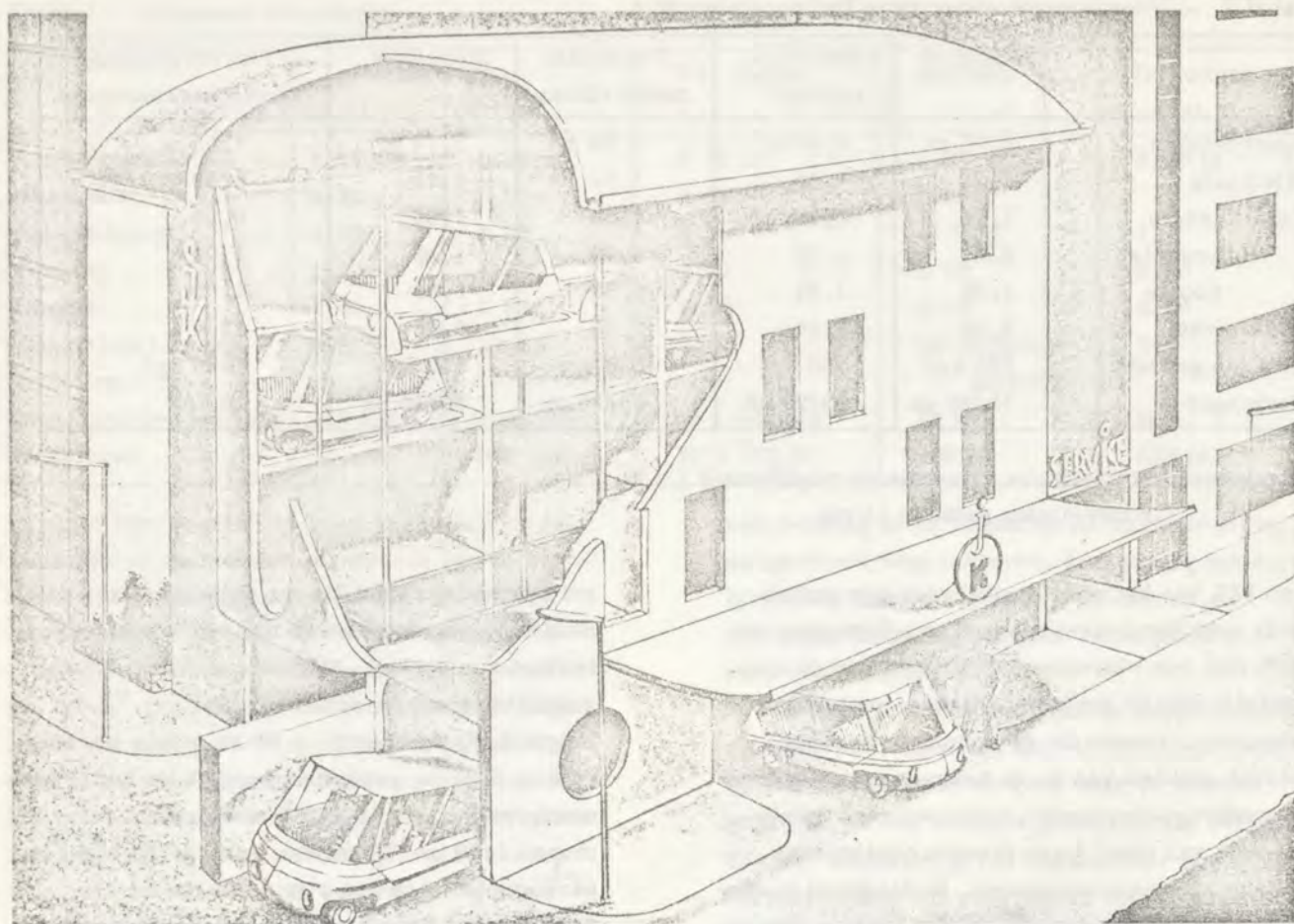
De wegnetten op het continent zijn echter aanzienlijk minder effen dan in Engeland en het comfort van het Engelse ontwerp zou problemen geven. Als men een minder conventionele op-

zet toepast, bestaat er een redelijke kans dat men én hoger comfort en nog een kleine ruimtewinst kan boeken. Mogelijk schijnt voor een driezitter (met 4e-noodzitplaats):

lengte 2,30 m; breedte 1,60 m; lengte parkeer-ruimte 3,20 m; parkeeroppervlak inclusief manoeuvreerruimte 10,2 m²; draaicirkel tussen muren 4,60 m. Wegrijden is mogelijk uit een parkeerplaats op een rijstrookbreedte van 3.30 m. Het Engelse type heeft 3.60 m nodig.

Dergelijke autootjes zijn niet het aangewezen vervoermiddel voor een vakantietrip naar Spanje of Joego-Slavië, maar het weekendvervoer en zakenreizen tussen de landelijke industriecentra kunnen nog acceptabel zijn.

De bestaande parkeerfaciliteiten zouden bij uniformering op dergelijke typen 70 à 100% meer plaatsen kunnen bieden. Doch er is meer. Standaardisatie van de afmetingen en gewichten maakt mechanische parkeersystemen mogelijk die het aantal plaatsen binnen een bepaald grondoppervlak aanzienlijk kunnen verhogen. Men zou parkeergarages als honingraten kunnen ontwerpen, waarbij door de standaardisatie in afmetingen en gewichten de mogelijkheid geschapen wordt de autootjes in deze honingraat te "stapelen" met behulp van eenvoudige automatische hefinrichtingen, zie fig. 3. Per auto heeft men, inclusief de hefinrichting voor aan- en afvoer, 7 m² vloeroppervlak nodig, terwijl de vloerhoogten op 1.80 m boven elkaar komen. Het gebruikte volume is dan 12.5 m³ per voertuig. De plaats en het volume van een middenstandwoning biedt dan ruimte aan 20 à 25 autootjes. De jaarlijks nodige kosten voor een dergelijke voorzie-



Figuur 3. "Parkeerraat".

ning, volgens de tegenwoordige maatstaven geschat, zijn in een woonbuurt omstreeks f 200, -- per auto. Bij productie op grote schaal van dergelijke "parkeerraten" zou men nog aanzienlijk lager met de exploitatiekosten kunnen komen.

De "parkeerraat" heeft in woonwijken slechts zin, als bij parkeren op de weg voor het verzorgende verkeer en het doorgaande verkeer geen rijstrook ter beschikking is. Dit hangt onder meer samen met de voertuigtypen, die voor het verzorgingstransport gebruikt worden. Laat men de keuze van de afmetingen van deze voermiddelen vrij dan wordt het rendement van het hele standaardisatieproces bijzonder sterk gedrukt. Immers bij een voertuigbreedte van 1,60 m kan men in een straat met éénrichtingverkeer van 6 m rijweg breedte onderbrengen: één parkeerbaan van 1,80 m, één uit- en invoegstrook naar de parkeerbaan, tevens strook voor het verzorgende verkeer van 2 m en één "stroomstrook" van 2.20 m voor de verplaatsing. Dat geheel functioneert niet meer bij een

enkele auto, bijvoorbeeld van een groenteboer of besteldienst van 2.20 m of een vuilnisauto van 2.50 m breed. Voor de fietsers dient een afgecheiden rijstrook te komen.

De voertuigen voor dit transport zullen dan aangepast moeten worden aan een breedte van ca. 1,60 m en misschien ook wel op de lengte van 2.30 m. Uiteraard zullen alle betrokkenen in eerste instantie verklaren, dat dit zoal niet onmogelijk, dan toch in ieder geval onbetaalbaar is. Doch het probleem is in deze vorm voor zover bekend nog niet gesteld en technisch geanalyseerd, omdat men zich zelden of nooit erom behoefde te bekommeren of een commercieel verkrijgbaar chassis optimaal paste in de totale verkeerssituatie van de collectiviteit.

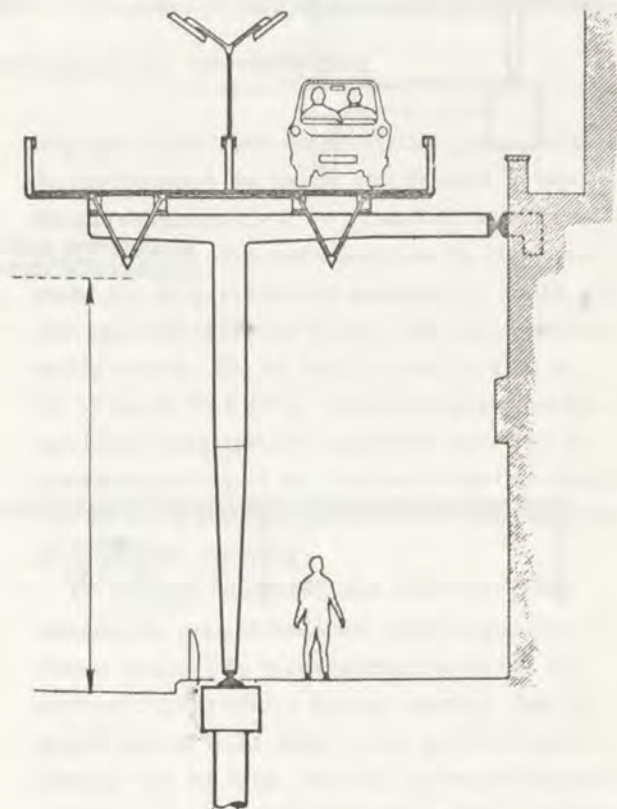
Men zou eigenlijk willen weten, hoeveel grote eenheden zich in het stadsverkeer bevinden, omdat de aard van de lading die grote eenheid noodzakelijk maakt, óf, omdat de grote wagen voor de vervoerder een goedkopere propositie betekent, maar op grond van de te transporte-

ren goederen een kleinere zonder bezwaar gebruikt zou kunnen worden. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate voor de stadsbussen, waarvan het zeker is dat hun afmetingen gebaseerd zijn op spitsuurvervoer en personeelslasten, terwijl in ernstige mate betwijfeld kan worden of het reizend publiek een 90 persoons bus boven een 30 of een 12 persoons met grotere frequenties zou stellen.

Men zal in het stadsverkeer in de nauwere straten doelbewust moeten streven naar uniformiteit in hoofdmaten en prestaties om een zo groot mogelijke doorstromingsmogelijkheid te bereiken. Daarmee is allerm minst gezegd, dat de grote vrachtwagen of bus als het ware per definitie een hinder in de verkeersafwikkeling is. Als men routes weet in te richten waar deze voertuigen hun snelheid redelijk constant kunnen houden en op geschikte plaatsen uit- en invoegend kunnen afremmen of accelereren buiten de hoofdstroom, nemen zij de plaats in beslag van twee of drie conventionele personen- of bestelwagens, maar kunnen een 10 of 20-voudige lading verplaatsen. Als men dan door palletisering of ander systeem een snelle overslagmethode in kleinere auto's voor de dichtbebouwde stadsdelen kan ontwerpen, lijkt de differentiatie van wegen naar voertuigklassen een bruikbare propositie.

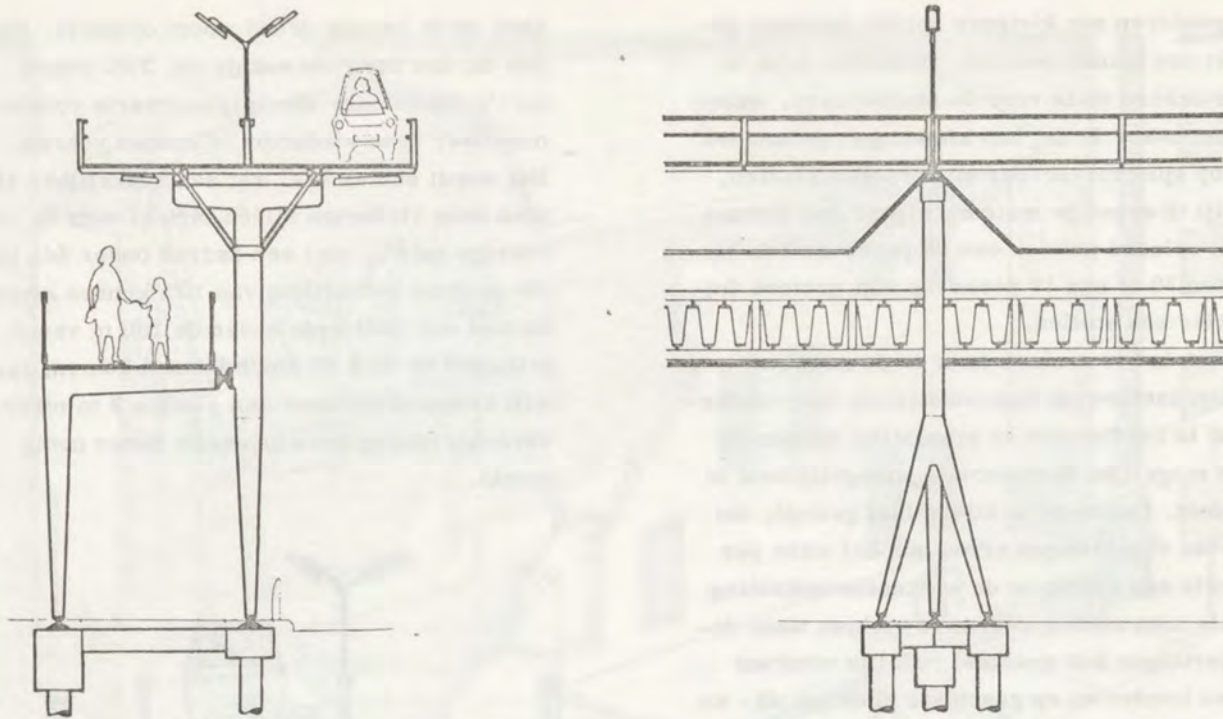
Die differentiatie naar voertuigtypen is ook om andere redenen aantrekkelijk. Men zal ook na intensivering van het gebruik van de parkeerruimte nog ruimte voor de stroming van deze kleine auto's moeten scheppen, waarvoor dan een tweede of derde étage boven bestaande wegdekken in aanmerking komt. De omvang, fundering en het eigengewicht van deze voorzieningen worden bepaald door de asdruk en het totaalgewicht van de toe te laten voertuigen. Maar dat is nog niet alles, de kromtestraal in bochten, de steilheid van op- en afritten, lengte van invoegstroken, de hoogte van kruisende banen boven elkaar, worden alle gereguleerd door de auto's die men op die wegen wil toelaten. Wil men deze viaductwegen construeren voor 10 ton asdruk, rijstrookbreedten van 3,5 m en in nauwe bochten (12 m straal) 6 m rijstrookbreedte, hellingen van 5%, en onderlinge kruisingshoogten van 5 m tussen de rijdekken, dan worden dit gigantische constructies met enorme bezwaren voor iedereen die in hoofd-

zaak op de begane grond woont of werkt. Men zou dit dan doen om ook de ca. 20% zware auto's die in onze voertuiginventaris voorkomen over deze viaducten te kunnen voeren. Het wordt echter heel wat aantrekkelijker als men deze viaducten alléén inricht voor de 80% overige auto's, met een asdruk onder één ton, die spelend een helling van 10% kunnen nemen en met een aanloopje onder de 100 m vanuit stilstand op 50 à 60 km/h kunnen komen, terwijl kruisend verkeer dan slechts 2 m niveauverschil tussen kruisingsvrije banen nodig maakt.

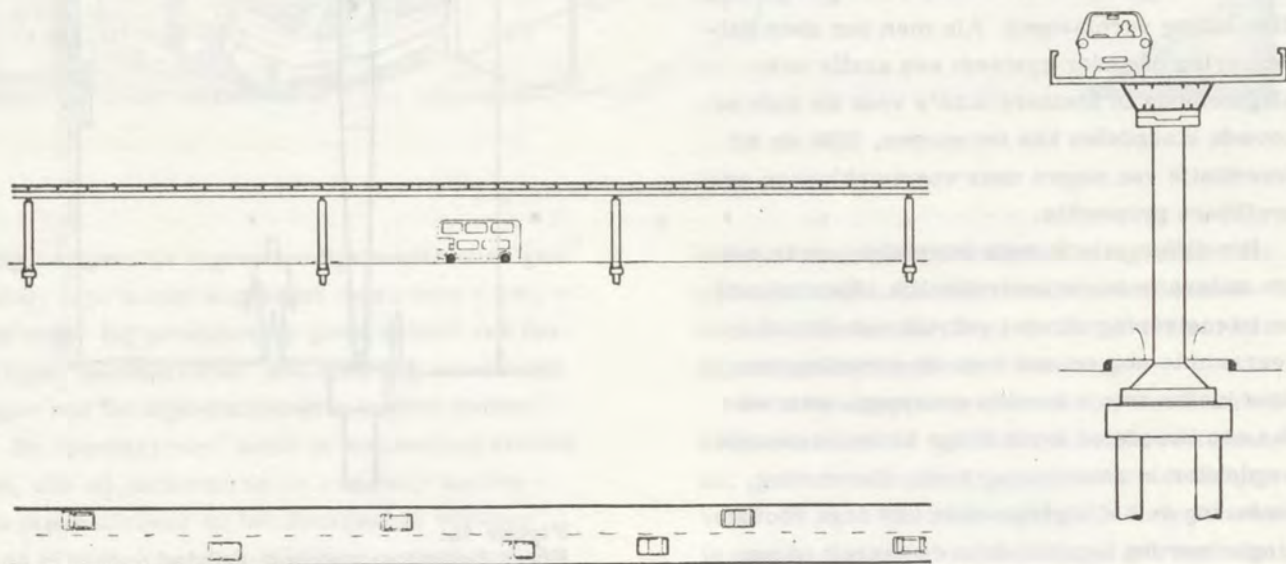


Figuur 4a.
Etage-bouw van wegen in de stad
(type 2. Viaductweg gesteund tegen gevels)

Uit het reeds eerder genoemde rapport "Cars for Cities" worden in fig. 4a t/m c enkele ideeën gereproduceerd. Dergelijke viaducten schijnen zich te lenen voor een snelle industriële bouwwijze. Men kan zich ook een verdere uitbouw van onze intercommunale verkeersnetten voorstellen door middel van viaductwegen voor het lichte verkeer. Men kan dergelijke viaductwegen waarschijnlijk vanuit het viaduct aanleggen, zoals o. a. bij de bouw van de Oosterscheldebrug of liever Zeeland-



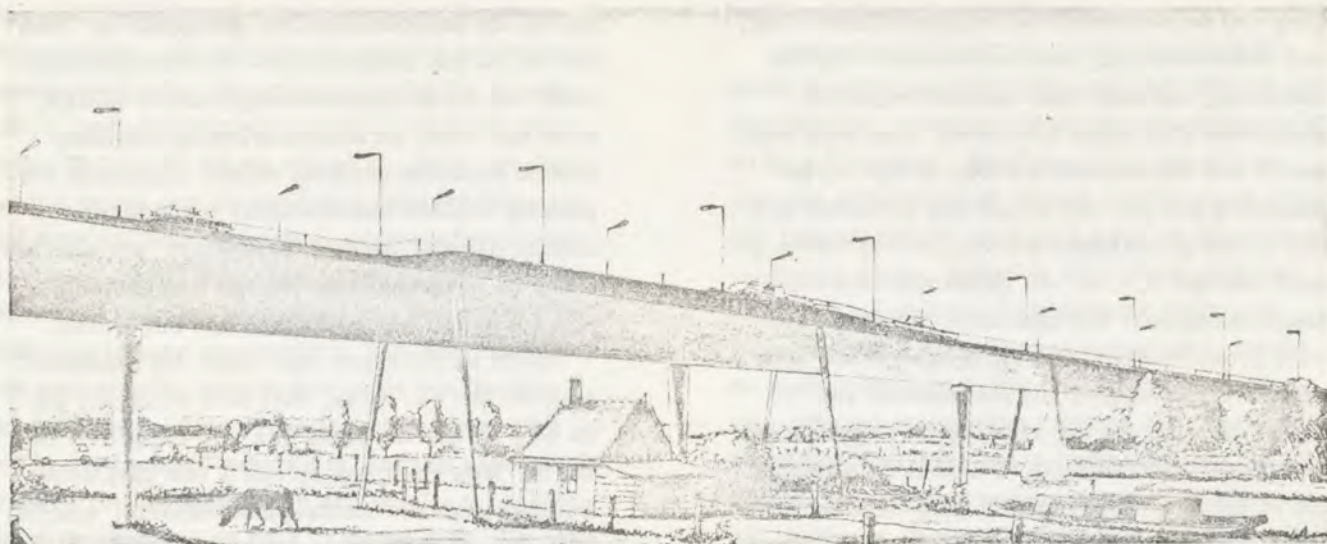
Figuur 4b.
Viaductweg met verhoogd voetpad (type 3).
Zijaanzicht ondersteuningskolom.



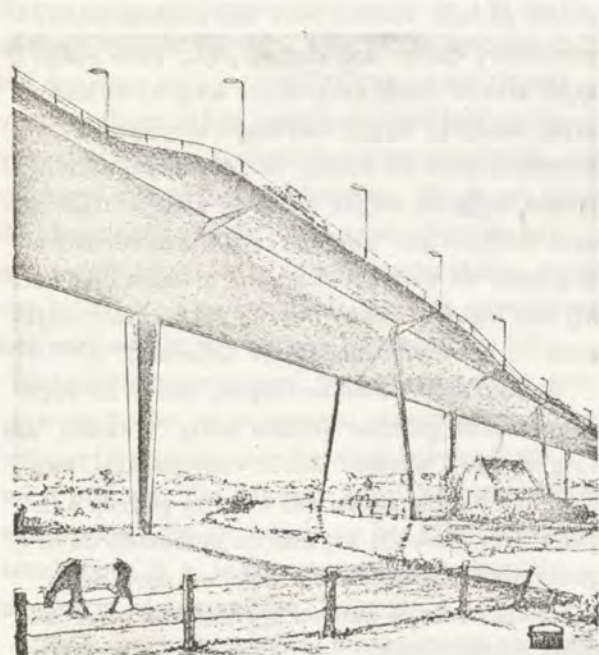
Figuur 4c.
Viaductweg (type 4).
Lengte-aanzicht en dwarsdoorsnede.

brug werd gedaan. Slechts zou men nog een stap verder willen gaan door ook de noodzakelijke pijlers vanaf de brug te construeren. Dan schijnen er perspectieven te ontstaan om de wegenproductie te bevrijden van een aantal historische lasten, gevormd door de grondeigendom en veel topografische en landschappelijke versperringen (fig. 5). De viaductweg kan over dorpen, landerijen en bossen gelegd

worden zonder de begeleidende destructieve effecten voor een streek, die door een doorsnijding met de moderne tot 90 m brede begane grondwegen ontstaan (o. a. het verlies van het effect van herverkaveling in de landbouw). Onbetaalbaar schijnt een dergelijke uitvoeringsvorm niet. De Zeelandbrug, twee rijstroken voor 10 t asdruk met kostbare pijlers kostte ca. f 12 miljoen per km. De demontabele via-



Figuur 5.
Twee schetsen van het landschappelijk aspect van een viaductweg.



ducten voor personenwagens in gebruik op Duitse autowegen tijdens uitgebreid onderhoudswerk komen op ca. f 1 miljoen per km. De nu gebouwde autowegen voor "universeel" gebruik variëren in kostprijs tussen 3 en 12 miljoen gld. per km.

Ad d. Normalisatie van voertuigeigenschappen en automatisering van de verkeersafwikkeling.

Bij drie rijstroken in één baan en de nu gangbare verkeersafwikkeling kunnen onze autowegen maximaal ca. 5.000 auto's per uur verwerken in één richting. Wat kan een viaductweg verzetten met een autostroom van onder-

ling qua afmetingen en prestaties genormaliseerde voertuigen? De lengte van de auto is van ondergeschikte invloed; de capaciteit wordt bepaald door de stroomsnelheid en de tussenafstand die de bestuurders aanhouden, omdat zij zich daarbij zoal niet happy, dan toch redelijk veilig voelen. Bij 40 km/h is dat 15 à 20 m, bij 70 km/h 30 à 40 m, bij nog hogere snelheden houdt men grotere afstanden aan. Het bestuurdersgedrag is zo, dat men vanaf snelheden van 60 km/h geen capaciteit meer wint als men de snelheden verhoogt.

De huidige capaciteit kan sterk vergroot worden als men technische oplossingen weet te vinden waarbij de tussenafstanden in het fileverkeer ingekrompen kunnen worden. Met de lengte van de mini-auto 2,5 m en een tussenafstand van 3 à 4 m, waarbij invoegen nog mogelijk is, kan men bij 40 km/h in één rijstrook dan 6.000 mini-auto's verzetten. Het lijkt niet waarschijnlijk dat men de bestuurder met zijn vrij grote vertragingstijd in waarnemen en bedienen van het voertuig de besturing dan nog kan toevertrouwen en men zal deze handelingen automatisch op het geschikte tijdstip moeten laten verlopen, nadat de bestuurder via bijvoorbeeld drukknoppen zijn wens geprogrammeerd heeft. Men moet de snelheid van deze auto's op de hoofdbaan dan synchroniseren en ook het uit- en invoegen van buitenaf controleren.

Of men behoefte zal hebben aan een zo grote capaciteit in één rijstrook is een moeilijk te beantwoorden vraag. De geografische spre-

ding van de herkomst van reizigers naar, bijv. een tentoonstelling, sportevenement of grote industrie, zal toch vaak aanvoerwegen uit meerdere richtingen opleveren. Met deze mini-auto's van één aanvoerstrook, in één rij geparkeerd zou per uur 20 km file gevormd worden of een parkeerterrein van 200 bij 600 m gevuld worden. I. v. m. de grens die men voorlopig accepteert kan men deze terreinen niet veel groter maken. Om dit probleem nog iets verder te vervolgen, bij een aanvoer van 6.000 mini-auto's per rijstrook met gedwongen snelheidssynchronisatie, kan men de snelheid tot 15 km/h terugbrengen voordat alle onderlinge tussentuinthe opgebruikt is.

Om deze mini-auto's dus op hun bestemming te doen stoppen, moet men de rijstrook daar herhaaldelijk afsplitsen en verdubbelen totdat men op zo lage snelheden gekomen is, dat de parkeerplaats zonder hinder voor de stroom bereikt kan worden. Hetzelfde spel in omgekeerde richting moet gespeeld worden bij de start uit de parkeerplaats. Het ziet er vrij moeilijk en in ieder geval ongewoon uit, maar de mogelijkheden zijn fascinerend.

Indien men de dimensievaste situatie van de Maastunnel bekijkt en zich daar in één tunnelbuis over een halve rijstrook een tweede vloer voorstelt, zou men met mini-auto's met gesynchroniseerde snelheid 12.000 voertuigen door de halve buis kunnen voeren, de andere buishelft zou dan een 1.000 vrachtwagens kunnen verwerken. Op welke waarde men de snelheid wil synchroniseren, is een belangrijke vraag i. v. m. de kosten van de voertuigen en de capaciteit van de weg, immers bij vaste tussenafstanden tussen de auto's stijgt het passerende uurvolume evenredig met de snelheid. Maar in een bestaand stadsmilieu zullen de korte bochten, zelfs als men het viaduct met sterke verkantingen uitvoert om de centrifugaalversnelling te compenseren, zowel qua comfort als veiligheid een grens vormen die men in acht zal moeten nemen. Met een snelheid van omstreeks 35 km/h kan men waarschijnlijk acceptabele oplossingen realiseren. Hoewel dit relatief laag lijkt, is het toch reeds 2 à 3-maal meer dan wat men nu kan realiseren.

De snelheidssynchronisatie is geen ontwik-

keling die aan de mini-auto gekoppeld is. Men kan dit na het nodige studie- en ontwikkelingswerk ook op de tegenwoordige auto's denken, mits hun rem- en acceleratiemogelijkheden binnen bepaalde grenzen vallen. Algemene toepassing van een automatische transmissie schijnt daarbij tamelijk essentieel, wil men althans de bruikbaarheid van het mechanisme niet tot nauwe snelheidsgebieden begrenzen.

Op de buitenwegen rijdt men, bij tussenafstanden van ca. 40 m, met 80 à 90 km/h, als de weg tot aan de grens van zijn capaciteit bezet is. Men komt dan op een 2.000 auto's/uur. Automatische snelheidssynchronisatie, waarbij 15 m tussenafstand een goed haalbare zaak lijkt, zou die grenscapaciteit al verdubbelen. Er kan bij de huidige kennis van zaken geen enkele suggestie gedaan worden over een economische voorkeur, die er zou kunnen zijn, voor enerzijds steeds meer en grotere wegen, of anderzijds dezelfde wegen met hogere verkeersdichtheid door de aanleg van synchronisatiesystemen langs de wegen en op de auto's. Gaat de drie miljoen gld. per km capaciteitsverdubbeling naar de wegenbouwsector of komt dit, hetzij een lager of hoger bedrag bij de elektronische en automobielenindustrie terecht?

Gezien de enorme bedragen, die in de vervoerssector geschat worden nodig te wezen, als er gewoon "klassiek" wordt voortgegaan, kan men de beleidorganen een ernstig gebrek aan visie verwijten als zij niet de gelden en de organisatievorm weten te vinden om zich een duidelijk beeld te kunnen vormen van alternatieve mogelijkheden.

Als we na deze summierere behandeling het capaciteitsprobleem laten rusten, zijn veiligheid en hinder door lawaai en uitlaatgas aandacht vragende zaken.

Veiligheid en capaciteit zijn onverbreekelijk met elkaar verbonden. Als men auto's klein moet maken vanwege de parkeermogelijkheden beperkt men tevens de huidige passieve veiligheid van de autobody, die bestaat in de vervormingsmogelijkheid van de autoneus en de koffer bij aanrijdingen. De gordels en deformeerbare constructies, enz., die nu nog wat helpen, zijn dan veel minder effectief. De enige weg die beschikbaar is om ernstige ongevallen te voorkomen, is een zodanige organisatie van de ver-

keersafwikkeling en constructie van het verkeersmilieu, dat botsingen, waarbij grote energiehoeveelheden (dus grote verschillen in relatieve snelheid) kunnen optreden, niet mogelijk zijn. In feite is dat nu ook al zo, maar de suggestie wordt ons stelselmatig opgedrongen, dat er door veiligheidsriemen, constructieve verbeteringen aan de auto, etc., een volwaardig alternatief voor het ontbreken van een goede verkeersinrichting zou bestaan. Met alle nu bekende maatregelen aan de auto is de overlevingskans bij een zuiver frontale botsing met 50 à 60 km/h snelheid zeer klein, terwijl aanzienlijk lagere botsingssnelheden aan de zij- en achterkant (breken van de hals!) fataal zijn. Als men dan weet dat de snelheden die op buitenwegen gereden worden praktisch steeds boven de 60 km/h liggen en op autowegen omstreeks de 100 km/h gesteld moeten worden, waarbij de energie in het voertuig het viervoudige van de maximaal verdraagbare bij de tegenwoordige bouwwijze voorstelt, is het technisch onwaarschijnlijk, dat die kloof overbrugd kan worden, als de vorm en de afmetingen van de auto, zoals deze nu een grote gebruikswaarde vertegenwoordigen, behouden blijft. Er zijn een aantal studies verschenen, hoe men auto's zou kunnen inrichten om het "incasseringsvermogen" tot bij aanzienlijk grotere snelheden op te voeren. Steeds blijkt dat men belangrijke zaken voor het dagelijks gebruik moet offeren. Het gezonde verstand eist daarom een aanpak, die gericht is op het elimineren van botsingen i. p. v. te streven naar de technische conceptie van de veilige "botsauto".

Vele voorzieningen die de capaciteit van een weg verhogen, sluiten tegelijkertijd de kans op botsingen met grote energievernietiging uit, zodat het veiligheidsaspect geen bijzondere maatregelen ten aanzien van de auto vraagt of bepaalde mogelijkheden blokkeert.

Anders ligt het met het lawaai en de uitlaatgashinder. De mini-auto is door zijn in het algemeen hogere motorbelasting en een verkeersafwikkeling, waarbij "kruipen" en stilstaan aanzienlijk onderdrukt wordt, gunstiger dan de huidige situatie. Toch kan men zich voorstellen, dat het geheel nog onacceptabel wordt. Dan keert men zich als het ware van nature naar de elektrische aandrijving, waarbij men de geruisloosheid als toegift krijgt en voor de uitwendige snelheidssynchronisatie, ook nog wel kans

heeft op minder moeilijkheden.

Langs deze lijn wordt op vele plaatsen gedacht en geëxperimenteerd, met als rem op de ontwikkeling in eerste instantie het accugewicht en de actieradius. Deze handicap zou echter ook zijn grondoorzaak kunnen hebben in de wijze van introductie die men zich voor de elektrische stadsauto denkt, namelijk dat het autootje een niet al te minderwaardige partner moet zijn voor chemisch aangedreven voertuigen, omdat de laadfaciliteiten in het begin schaars zullen zijn. Als een stadsbestuur echter het lawaai en de luchtverontreiniging wil uitbannen en daarom slechts elektrische voertuigen in de stadskern wil toestaan, kan een andere weg geopend worden. Langs routes waar een intensieve voertuigstroom te verwachten is, kan men voedingsleidingen installeren waaruit via sleepcontacten energie opgenomen wordt. De noodzakelijke accucapaciteit zou dan met 10 à 20 km actieradius heel bruikbaar kunnen blijken, voldoende voor de beweeglijkheid tussen voedingsroutes en parkeerplaatsen. Om dit bevredigend op te lossen is de synchronisatie van snelheden essentieel en ook uitwendige koersbesturing over deze routedelen een desideratum! Bij de in aanmerking komende snelheden lijkt dit technisch een goed realiseerbare zaak met het bijkomende voordeel dat men de rijstroken slechts enkele decimeters breder hoeft te maken dan de voertuigbreedte.

De elektrische mini-auto met kleine accu zal echter voor de weekendtrip of intercommunaal verkeer te kort schieten. Moet men dan een generatorset aanhangen of zouden krachtbronnen met uitwendige verbranding, waarbij men in sommige zones energie via chemische weg, in andere via electriciteitsnetten toevoert een betere propositie zijn? Aan technische research om de accu lichter te maken ontbreekt het niet evenmin als aan werkzaamheden aan de "fuel cell". Of de "fuel cell" echter het uitlaatgasprobleem op kan lossen, zal afhangen van wat men aan "betaalbare" brandstof weet te ontwikkelen. Sommige van de ontwikkelde brandstofcellen schijnen sterk ruikende afvalstoffen te produceren.

De omvang van de hinder van lawaai en stank zouden bij deze technische ingrepen in de personenwagensector iets winnen, maar de vrachtwagen op de "route camion" en de alom

tegenwoordige bromfiets zouden des te meer opvallen en de praktische winst in db's is slechts gering. De bromfiets leent zich misschien voor electrificatie als men deze als "bekrachtigde" fiets zou maken, bijv. 1/4 beweegkracht van de man, 3/4 uit de accu. Het maximumsnelheids-probleem van deze dingen zou daarbij aanzienlijk gereduceerd worden.

Als men door aanleg van tweede etages in een aantal wegen "regenrijke" routes creëert is er misschien een kans, dat velen de snelle en gemakkelijk te stallen "bekrachtigde" fiets voor het woon-werkverkeer prefereren voor afstanden van 10 à 15 km, die men dan in een half uurtje aflegt. Overigens kunnen bromfietsen natuurlijk heel wat geruislozer gemaakt worden dan ze nu zijn, evenals de vrachtwagens. De kostprijs zal dan echter toenemen en geen enkele fabrikant kan de verantwoording voor de financiering van het ontwikkelingswerk en de productie ervan dragen als slechts een enkele consument daar geld voor over heeft. M. a. w. men ontkomt hier niet aan bindende directieven en keuringen door de overheid om voortgang te kunnen maken. De consument zal dan geen andere keuze gelaten kunnen worden, dan die van een geruisarm voertuig door welke fabrikant ook geproduceerd.

Een enkel woord dient nog gewijd te worden aan mogelijke voertuigen die niet door wielen gedragen worden, doch door luchtkussens of op een smeermid van een geschikt medium. Dergelijke voertuigen ontleen hun bestaansrecht aan de zeer lage vlaktedruk die ze op de ondergrond uitoefenen. Een bezwaar van de huidige uitvoeringen, waarvan de hovercraft een reeds redelijk verbreid type voorstelt, is dat ze voor besturing en voortbeweging gebruik maken van luchtkrachten. Dit leidt er toe dat ze niet met het overige wegverkeer, dat de wrijving hiervoor benut, te gebruiken zijn. Ze hebben de ruimte nodig om gestuurd te kunnen worden. Maar het is niet in te zien, waarom men niet de lage grondbelasting van dergelijke systemen kan combineren met besturing, aandrijving en remmen via de wrijving van horizontale wielen tegen een verticale strook of wandjes aan beide zijden van de baan. Het gevolg zou kunnen zijn, dat men aanzienlijk grotere lasten over moge-

lijk veel dunnere en goedkopere wegdekken kan vervoeren dan nu het geval is.

Doordat het voertuig van een geleiding gebruik maakt en dus zijn verplaatsingsvrijheid dwars op de rijrichting kwijt is, zou men dit misschien geen wegvervoer meer kunnen noemen en deze zaak onder de railtechniek moeten rangschikken. Anderszins is het feit dat de weg over zijn volle breedte een verkeerslast kan krijgen weer typisch een wegvervoersverschijnsel. Het is niet zo belangrijk in welke categorie men voertuigen wil indelen. De wenselijkheid van uitwendig gecontroleerde snelheden, automatisering van uit- en invoegen enz. zijn in de spoorwegtechniek aan de orde van de dag en worden voor het wegverkeer reeds lang theoretisch en hier en daar experimenteel bestudeerd.

De gemeenschapsmotorisering in het wegvervoer kan slechts verwezenlijkt worden door het einde van de vrijgeboren automobilist te verhaasten. Ieder die dat tijdperk kent of gekend heeft zal dit betreuren. Het oude automobilisme gaat niet ten onder aan een concurrentiestrijd met andere vervoersvormen, doch elimineert zichzelf door gebrek aan ruimte om zich te ontplooiën op de wijze die zijn charme uitmaakt.

EPILOOG.

In deze bijdrage heb ik geprobeerd technische ontwikkelingen aan te duiden, die de aantrekkelijkheden van het tegenwoordige autovervoer zo goed mogelijk conserveren bij een geringere ruimtebehoefte. Aangezien er geen gezaghebbende studie bestaat over de motieven waarom steeds meer mensen het autovervoer prefereren boven andere vervoersvormen, heb ik uit de vele mogelijkheden een persoonlijke keus gedaan, die ik meende dat representatief zou kunnen zijn voor de symbiose van mens en auto zoals die zich ontwikkeld heeft.

Met dit uitgangspunt werden een aantal technische mogelijkheden aangeduid om een acceptabele massa-motorisering te realiseren, waarvan sommige in een beproevingsstadium zijn, andere nog slechts ideeën.

Lang niet alle typen wegvervoer kregen gelijke aandacht. Het economisch zeer belangrijke goederentransport over de weg is weinig in het beeld gebracht. Mijns inziens was dit niet spe-

ciaal nodig, omdat een differentiatie van wegen naar voertuigtypen de mogelijkheden opent voor een veel betere aanpassing van de "vrachtbanen" aan de karakteristieke eigenschappen van deze goederen-transporteurs. Dan eerst komen er mogelijkheden voor technische ontwikkelingen die nu geblokkeerd zijn of gedictieerd worden door de samenleving met het "kleine grut" van de personenwagens.

Echter voordat er besluiten genomen kunnen worden over de toepassing van welke uitvoeringsvorm dan ook, zal er op realistische schaal ontwikkeld en getest moeten worden om evaluatie en foolproof maken van diverse systemen mogelijk te maken. Het initiatief hiertoe kan men nauwelijks van eventueel later bij toepassing geïnteresseerde industrieën verwachten, daar geen enkele industrie een dergelijk transportsysteem, integratie van voertuig, weg- en regelmechanismen kan entameren. Ieder commercieel succes van ontwikkelingserk in één der sectoren is bovendien volledig afhankelijk van de beleidslijnen die de overheid wil volgen.

De vicieuze cirkel is nu gesloten, de overheid kan geen beleidslijn uitstippelen omdat zij geen kennis kan nemen van de "hardware", die voor de technische ontwikkeling nodig is. De industrie kan de benodigde delen voor nieuwe systemen niet ontwikkelen, omdat zij niet weet, welke richting de sympathie van de overheid geniet.

Toch zijn onze nationale belangen op vervoersgebied waarschijnlijk te groot, om te kunnen wachten tot in het buitenland een bruikbaar systeem produktierijp is en dan weer te wachten om te zien of het geadapteerd kan worden aan onze verkeerssamenstelling en -behoefte, de inrichting van onze oudere steden en hun latere uitbreidingen, ons klimaat en onze bodemgesteldheid. In het Nederlands Inst. voor Vliegtuigontwikkeling, dat de Friendship en de Fellowship opleverde, wordt een werkwijze gedemonstreerd die in de Friendship goede vruchten bleek af te werpen. Het wegvervoer heeft denkkelijk zeer grote behoefte aan een soortgelijk instituut.

DE TOEKOMST VAN DE LUCHTVAART.

door prof. ir. H. WITTENBERG.

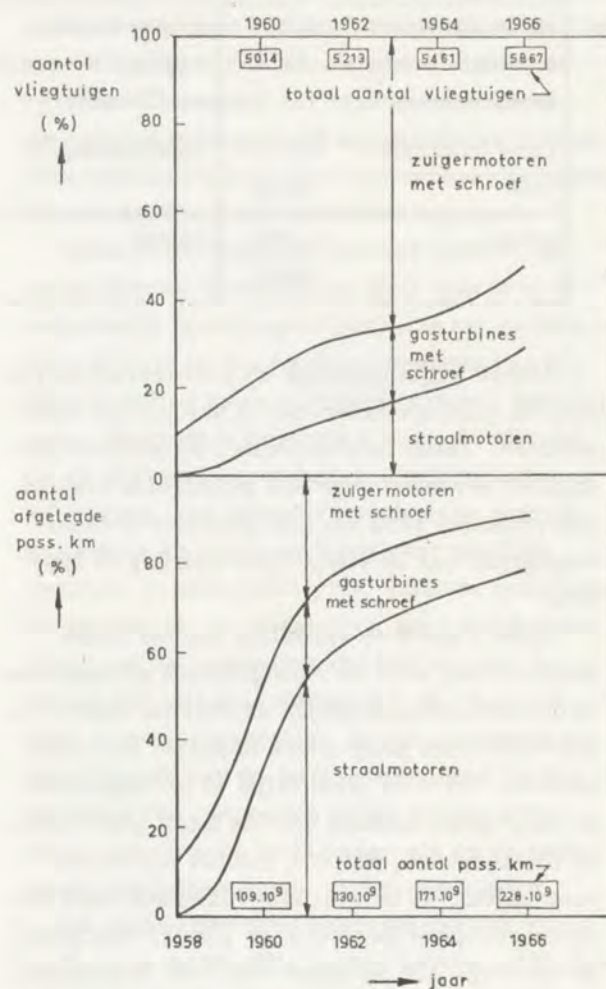
1. INLEIDING.

Sinds de eerste luchtsprongetjes van de "vliegeniers" in het begin van deze eeuw heeft de luchtvaart zich in een verbazingwekkend snel tempo ontwikkeld. De bouw van vliegtuigen met steeds grotere vliegsnelheden, grotere vliegafstanden zonder tussenlanding, en met grotere lading aan passagiers en vracht, opende voortdurend nieuwe mogelijkheden voor het luchtverkeer. Thans worden op de intercontinentale lijnen straalvliegtuigen gebruikt die 150 à 200 passagiers kunnen vervoeren, met snelheden die dicht tot de geluidssnelheid zijn genaderd, nl. 850 - 900 km/h.

Dit artikel heeft tot doel een indruk te geven van de ontwikkeling van het vliegtuig in de toekomst, zoals deze te verwachten is op basis van hetgeen thans in technisch opzicht realiseerbaar wordt geacht. Deze technische ontwikkeling kan uiteraard niet los worden gezien van de maatschappelijke behoefte aan luchtverkeer. Teneinde ook aan dit facet enige aandacht te geven, wordt de huidige omvang van het luchtverkeer en de te verwachten groei met enkele daarmee samenhangende vraagstukken besproken, alvorens nader op de ontwikkeling van het vliegtuig zelf in te gaan.

2. HET HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE LUCHTVERKEER.

De vliegtuigen, die thans in het civiele luchtverkeer worden gebruikt, kunnen naar de wijze van voortstuwing in drie klassen worden ingedeeld: vliegtuigen met zuigermotor en schroef, met gasturbine en schroef en met (turbo-)straalmotoren. Sinds de introductie van het straalverkeersvliegtuig in 1958, is het aandeel van dit vliegtuigtype in het luchtverkeer voortdurend toegenomen. Fig. 1 toont deze ontwikkeling voor de luchtvloot van alle luchtvaartmaatschappijen van de bij de ICAO aangesloten landen^{x)}. Hoewel in 1966 slechts 28% van de vloot uit straalvliegtuigen bestond verzorgden deze door hun grotere lading en



Figuur 1. Verdeling van de vloot en het vervoer van de luchtvaartmaatschappijen over verschillende vliegtuigsoorten sinds de introductie van het straalvliegtuig.

hogere snelheid toch 79% van het totale vervoer in tonkm.

Het totale vervoer van de genoemde luchtvaartmaatschappijen op de geregelde luchtlijnen over de gehele wereld was in 1966 als volgt samengesteld:

passagiers:	19.830 mill. tonkm	(72,3%)
vracht	: 6.100 mill. tonkm	(22,2%)
post	: 1.520 mill. tonkm	(5,5%)
totaal	: 27.450 mill. tonkm	(100%)

x) ICAO = de International Civil Aviation Organization, waarbij thans 114 landen zijn aangesloten, met als belangrijkste uitzonderingen: Rusland en de Chinese Volksrepubliek.

Tabel 1 : Vervoersverdeling in miljoenen tonkm en in % van het wereldvervoer.

Europese luchtvaartmaatschappijen	Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen	overige luchtvaartmaatschappijen	totaal
inter-europees (inclusief binnenlands vervoer) 1.923 (7%)	inter-amerikaans ("domestic" en "local") 10.883 (40%)	binnenland 1.004 (4%)	13.810 (51%)
inter-continentaal 3.715 (13%)	internationaal 5.670 (21%)	internationaal 4.255 (15%)	13.640 (49%)
totaal 5.638 (20%)	totaal 16.553 (61%)	totaal 5.229 (19%)	27.450 (100%)

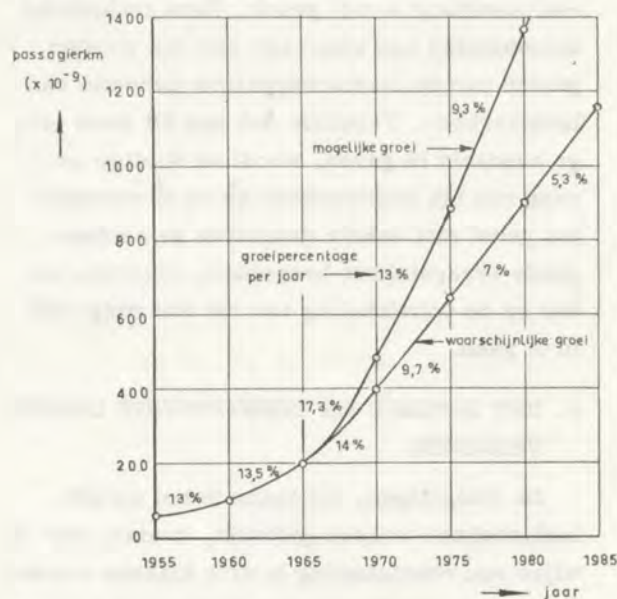
Hieruit blijkt duidelijk de overheersende rol van het passagiersvervoer in het huidige luchtverkeer. Totaal werden ruim 200 miljoen passagiers vervoerd over een gemiddelde afstand van ongeveer 1100 km. De gemiddelde bezettingsgraad van de vliegtuigen bedroeg in 1966: 53%.

Tabel 1 geeft de verdeling van het totale luchtvervoer over de verschillende groepen van luchtvaartmaatschappijen en over de daarbij te onderscheiden geografisch bepaalde vervoerssoorten. Uit deze tabel blijkt in het bijzonder de zeer grote omvang van het inter-amerikaanse luchtvervoer, dat 40% van het wereldvervoer omvat. In vergelijking hiermede heeft het inter-europese luchtverkeer slechts een geringe omvang. Als oorzaken van deze achterstand van Europa t. o. v. de V. S. kunnen worden genoemd (lit. 1): de aanwezigheid van staatsgrenzen en taalbarrières, het verschil in levensstandaard, doch vooral de politiek, die t. a. v. de toekenning van landingsrechten wordt gevoerd. Het gevolg is een Europees luchtnet met een gering aantal directe luchtverbindingen tussen handels- en industrie centra, een lage frequentie van de bestaande verbindingen en hoge tarieven.

In 1966 nam ons land in het totale wereldluchtvervoer een 8e plaats in met een vervoer van 594 mill. tonkm (2,2% van het wereldvervoer); ca. 90% van dit Nederlandse luchtvervoer geschiedde op de intercontinentale lijnen en slechts 10% op het inter-europese net.

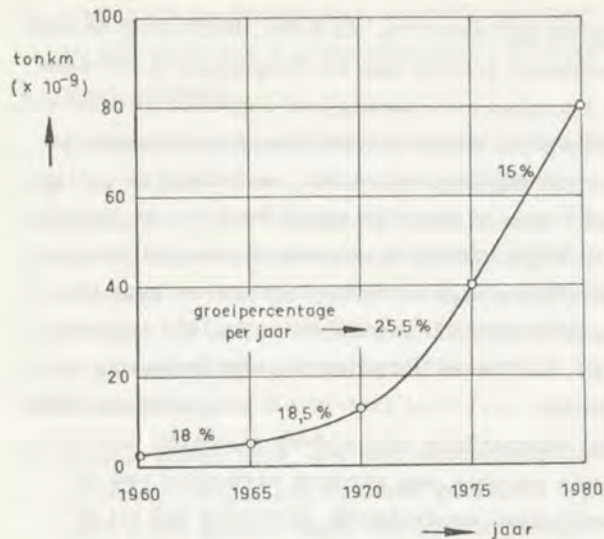
Op grond van de bevolkingsgroei, de toenemende welvaart, de groeiende reis- en vervoersbehoefte, de lagere vervoerstarieven en de verbeterde dienstverlening door de luchtvaartmaatschappijen (hogere snelheden, betere

dienstregelingen), wordt voor de volgende decennia een belangrijke groei van het luchtverkeer verwacht. Vele vliegtuigfabrikanten, luchtvaartmaatschappijen en andere instellingen hebben prognoses voor deze groei opgesteld (lit. 2). Als voorbeeld geven fig. 2 en 3 voorspelde groeikrommen van resp. het passagiers- en vrachtvervoer voor het totale geregelde wereldluchtverkeer van de ICAO-landen.



Figuur 2. Groeikromme voor het passagiersvervoer (volgens Boeing).

Voor 1980 wordt in vergelijking met 1966 tenminste een 4 à 6-voudige omvang van het passagiersvervoer (in pass. km) verwacht en voor het vrachtvervoer zelfs meer dan een 10-voudige toeneming. Volgens deze voorspellingen zal het vrachtvervoer, dat thans minder dan 1/3 van het passagiersvervoer bedraagt, omstreeks 1980 dus ongeveer dezelfde omvang



Figuur 3.
Groei-kromme voor het vrachtvervoer
(volgens Boeing).

hebben verkregen als het passagiersvervoer (10 pass. km \approx 1 tonkm). Het vrachtvervoer zal dan ook in de toekomst voor een groot deel door afzonderlijke vrachtvliegtuigen worden verzorgd, die zijn ingericht voor het gebruik van moderne hulpmiddelen voor de belading, zoals laadborden ("pallets") en containers.

Behalve van het vervoer op de geregelde luchtroutes wordt ook een belangrijke toeneming verwacht van het overige civiele luchtverkeer, zoals het chartervervoer en het vervoer voor sport- en zakendoelinden met kleine vliegtuigen van particulieren en bedrijven ("general aviation"^x). In de laatste vijf jaren heeft b. v. het chartervervoer van toeristen in Europa een grote vlucht genomen en verwacht wordt dat dit vervoer omstreeks 1970 een zelfde omvang zal hebben als het geregelde luchtverkeer in Europa (beide ca. 3000 mill. tonkm). Wat betreft de "general aviation" zijn thans in de Westerse wereld ongeveer 150.000 kleine vliegtuigen in gebruik (tegenover ca. 5900 vliegtuigen op de geregelde luchtroutes). Deze vorm van luchtvaart heeft vooral een grote vlucht genomen in de V.S. van Amerika, waar 2/3 van het genoemde aantal vliegtuigen in gebruik is. Ondanks het veel minder intensieve gebruik worden door de vliegtuigen van de "general aviation" aanzienlijk meer vliegrepen per jaar gemaakt dan door de gehele vloot van luchtvaartmaatschappijen (in 1965: 23 mill. vliegrepen versus 9 mill.). Bij een gelijke groei als in de afgelopen jaren zal in 1980 het aantal

vliegtuigen in de "general aviation" zijn verdubbeld t. o. v. het huidige aantal.

De besproken groei van het luchtverkeer zal gepaard gaan met technische ontwikkelingen van het vliegtuig, die in par. 3 t/m 5 worden besproken. Daarnaast zal deze groei ook een voortdurende aanpassing en uitbreiding van de voorzieningen t. b. v. het luchtverkeer vereisen. Hierop zal slechts kort worden ingegaan.

Hoewel het vliegtuig zich van andere vervoermiddelen onderscheidt door zijn drie-dimensionale bewegingsvrijheid, is het luchtverkeer gericht op het tot stand brengen van een lijnverbinding tussen bepaalde centra, waarbij ieder vliegtuig in principe i. v. m. de afstand en de weersomstandigheden dezelfde luchtweg wil volgen, van dezelfde luchthavens gebruik wil maken en voorkeur heeft voor dezelfde vertrek- en aankomsttijden. Daar de toenemende grootte van de vliegtuigen geen gelijke tred houdt met de toeneming van het vervoer (en veelal ook niet mag houden i. v. m. de wens naar grotere frequentie), leiden genoemde eigenschappen van de luchtverbindingen tot het optreden van congesties in het vliegtuigverkeer, zowel op de luchtroutes als op de luchthavens en bijbehorende verkeersgebieden.

De drukst bevlogene intercontinentale route is thans de verbinding tussen Europa en N. Amerika over de Noord-Atlantische Oceaan. In 1966 vonden op deze route ca. 57.000 lijnvluchten plaats (totaal van beide richtingen), d. i. gemiddeld 150 vluchten per dag. Hierbij werden 4,2 mill. passagiers vervoerd en totaal aan passagiers en vracht 3686 mill. tonkm (d. i. 27% van het totale intercontinentale vervoer volgens tabel 1). Verreweg de meeste van deze vluchten hadden Kennedy International Airport in New York als start- of landingsplaats. Het totale luchtvervoer op deze luchthaven bedroeg in 1966: 17 mill. (aankomende en vertrekkende) passagiers en 575 mill. kg vracht en postgoed bij een totaal aantal vliegtuigbewegingen (starts en landingen) van

x) "General aviation" omvat alle civiele luchtvaart, met uitzondering van het luchtverkeer dat door de luchtvaartmaatschappijen wordt verzorgd (het geregelde luchtverkeer en het chartervervoer).

380.000 (d. i. gemiddeld 43 per uur)^{x)}.

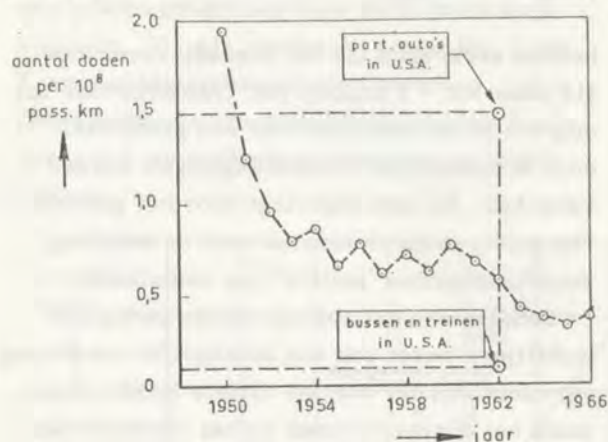
Ter vergelijking wordt vermeld dat het verkeer op Schiphol in 1967 bedroeg 3,4 mill. passagiers en 114 mill. kg vracht en post met 104.500 vliegtuigbewegingen (d. i. gemiddeld 12 per uur). Dit verkeer wordt voor 1975 geraamd op 10 mill. passagiers en 130.000 vliegtuigbewegingen per jaar. Daarbij wordt gerekend op een piekbelasting van ca. 5000 passagiersbewegingen en 52 vliegtuigbewegingen per uur.

De te verwachten toenemende congestie in het luchtverkeer zal nopen tot verbetering van de navigatiemethoden (b. v. door gebruik van navigatiesatellieten) en van de verkeersregeling, alsmede tot de aanleg van nieuwe en/of uitbreiding van de capaciteit van bestaande luchthavens. I. v. m. het toenemende verkeer wordt thans voor b. v. Londen en Parijs een derde luchthaven en voor New York zelfs een vierde luchthaven noodzakelijk geacht. Ook zal de capaciteit van vele huidige luchthavens kunnen worden vergroot door de aanleg van parallelbanen, waarop gelijktijdig starts en landingen worden uitgevoerd, zoals dit nu reeds bij de zeer drukke luchthavens geschiedt.

Een andere belangrijke voorziening voor het luchtverkeer betreft de verbinding van de woon- en werkgebieden in de steden met de veelal op grote afstand (15-50 km) daarvan gelegen luchthavens. Behalve de traditionele verbindingsmiddelen als bus en taxi wordt vooral in N. Amerika in toenemende mate gebruik gemaakt van de eigen auto voor dit vervoer; daarnaast kunnen in de toekomst nieuwe en snellere grondverbindingen als monorail e. d. bij grote luchthavens wenselijk blijken. Voor de verspreiding van de passagiersstroom over de stadsgebieden zelf is integratie van de luchthavenverbinding(en) met het overige openbare vervoer van betekenis. De mogelijkheid om vanaf kleine luchthavens in of zeer nabij de stadsgebieden zelf met vliegtuigen te opereren, wordt in par. 4 nader besproken.

In deze algemene beschouwing over het luchtverkeer verdient ook de veiligheid van dit verkeer aandacht. In de periode 1950-1966 is het aantal vliegtuigongevallen per jaar vrijwel

gelijk gebleven (ca. 25 à 30), doch door de toenemende grootte van de vliegtuigen is het aantal omgekomen passagiers ongeveer verdubbeld. Wordt het aantal slachtoffers betrokken op het aantal afgelegde pass. km, dan blijkt de veiligheid zich in gunstige zin te hebben ontwikkeld. Dit blijkt uit fig. 4, waarin ter vergelijking ook de cijfers zijn vermeld voor het verkeer te land in de V. S. van Amerika in 1962 volgens lit. 3. Hoewel het vliegtuig niet ongunstig afsteekt t. o. v. het individuele wegverkeer, blijkt bij vergelijking met andere middelen van openbaar vervoer een verdere verhoging van de veiligheid noodzakelijk. Hierdoor zal bij de groei van het luchtverkeer ook de toeneming van het absolute aantal ongevallen en doden worden beperkt.



Figuur 4.
De veiligheid in het geregelde luchtverkeer.

Een groot percentage van de ongevallen blijkt op te treden bij het starten en landen (50 à 60%). De ontwikkeling van middelen voor geleiding of automatische besturing van het vliegtuig in start en landing, moet daarom niet alleen van belang worden geacht voor de verhoging van de regelmaat - doordat het luchtverkeer onder alle zichtomstandigheden kan plaats vinden - doch evenzeer voor de verhoging van de veiligheid.

x) Kennedy International Airport is op één na de drukste luchthaven ter wereld voor het geregelde luchtverkeer na Chicago O'Hare met 543.500 vliegtuigbewegingen en 23,6 mill. passagiers in 1966.

3. ONTWIKKELINGEN VAN HET VERKEERS-VLIEGTUIG MET CONVENTIONELE START EN LANDING.

In verband met het toenemende luchtvervoer doet zich thans de noodzaak voor verkeersvliegtuigen te ontwikkelen, die een aanzienlijk grotere pass. km (tonkm)-produktie per jaar hebben dan de huidige typen. Voor het verkeer over lange afstanden (> 3000 km) kunnen bij deze ontwikkeling twee categorieën worden onderscheiden:

- a. jumbo-vliegtuigen, die met dezelfde (subsone) snelheid vliegen als de thans gebruikte typen (850 - 900 km/h), doch een aanzienlijk grotere lading kunnen vervoeren,
- b. supersone vliegtuigen, die met een snelheid van 2000 à 3000 km/h vliegen of wel 2 tot 3 maal zo snel als de geluidssnelheid, hetgeen meestal wordt uitgedrukt in het getal van Mach^{x)}: $M = 2$ à 3 . Deze vliegtuigen worden veelal aangeduid met de letters SST (Supersonic Transport).

motoren dat omstreeks 1956 in het lange-afstandsverkeer werd gebruikt en van een straalverkeersvliegtuig dat representatief is voor de thans gebruikte typen.

De gebruiksduur van moderne verkeersvliegtuigen kan op 10 à 15 jaar worden gesteld (d. i. 30 à 60.000 vlieguren). Dit houdt in dat de nieuwe vliegtuigtypen, die in tabel 2 zijn genoemd, tenminste tot 1980-1985 in het luchtverkeer kunnen worden gebruikt.

Bij verhoging van de vliegsnelheid boven de geluidssnelheid moet een fysische barrière worden overwonnen in de vorm van een hogere vliegtuigweerstand, die samenhangt met het optreden van schokgolven in de stroming om het vliegtuig. Bij de huidige stand van de luchtvaarttechniek wordt deze hogere weerstand bij getallen van Mach $M = 2$ à 3 slechts gedeeltelijk gecompenseerd door een toeneming van het rendement van de straalvoortstuwing (zie ook par. 5). Het supersone verkeersvliegtuig heeft daarom voor een gegeven trajectlengte een groter brandstof-

Tabel 2 : Gegevens van enkele lange-afstandsvliegtuigen.

Vliegtuigtype	vorige generatie (schroefvoortstuwing)	huidige generatie (straalvoortstuwing)	toekomstige generatie (straalvoortstuwing)		
			jumbo-vliegtuig	supersone vliegtuigen ⁺	
				Boeing 747 (U. S. A.)	BAC-Sud "Concorde" (Eng. -Fr.)
jaar van indienststelling	1956	1961	1970	1971	1975
max. startgewicht W_{to} (ton)	65	143	322	166	320
aantal zitplaatsen	94-104	117-177	340-490	124-138	250-350
kruissnelheid V_{cr} (km/h)	560	875	930	2190	2860
kruishoogte (km)	6,5	10,7	10	17	19
getal van Mach M_{cr}	0,5	0,83	0,86	2,06	2,7
grootste vlieg lengte met max. lading (km)	6500	9000	7300	6500	6500
baanlengte voor start en landing (m)	1900	2850	3170	2700	2900
aanschaffingsprijs (10^6 gld)	7,2	25	69	70	144

+) Ook in Rusland is een supersoon verkeersvliegtuig in ontwikkeling: Tupolev 144 (ca. 130 passagiers, $M_{cr} \approx 2$).

Voor beide soorten geeft tabel 2 enige gegevens betreffende typen, die thans voor het vervoer over lange afstanden worden ontwikkeld. Ter vergelijking zijn ook de gegevens opgenomen van een groot verkeersvliegtuig met zuiger-

x) Getal van Mach $M = V/a$; V = vliegsnelheid en a = geluidssnelheid = 1065 km/h in de stratosfeer (11-20 km hoogte).

Tabel 3 : Vervoersprestatie over Atlantische Oceaan (Amsterdam-New York, afstand 5800 km).

Vliegtuigtype	Douglas DC-7C	Douglas DC-8-50	Boeing 747	Bac-Sud "Concorde"	Boeing 2707
startgewicht (ton)	64,5	129	299	162	307
betalende lading aan passagiers en vracht (ton)	9	15,6	45	12,7	30
idem (% startgewicht)	13,9	12,1	14,6	7,8	9,7
verbruikte brandstof (ton)	16,5	45	89	76	123
idem (% startgewicht)	25,5	34,8	28,8	47	40
brandstofverbruik in kg per betalende tonkm	0,32	0,5	0,34	1,03	0,71
vluchtduur (h)	12,6	7,7	7,2	3,5	2,75
bloksnelheid (km/h)	460	750	805	1650	2110
aantal gebruiksuren per jaar	3300	4000	4000	3300	3300
totaal vervoer (bet. tonkm /jaar)	$0,136 \cdot 10^8$	$0,47 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^8$	$0,69 \cdot 10^8$	$2,08 \cdot 10^8$
afschrijvingsperiode (jaar)	10	13	13	13	13
afschrijvingskosten per betalende tonkm(ct/tonkm)	5,3	4,1	3,7	7,8	5,4
brandstofkosten per bet. tonkm (ct/tonkm) x)	10,5	8,5	5,8	17,6	12,1

x) vliegtuigbenzine 33 ct/kg; kerozine 17 ct/kg.

verbruik in verhouding tot zijn totale gewicht dan het subsone vliegtuig, waardoor ook de betalende lading relatief geringer is. Dit betekent dat het brandstofverbruik per betalende tonkm voor het supersone vliegtuig aanzienlijk hoger wordt in vergelijking met de huidige subsone straalvliegtuigen. Voor het traject Amsterdam-New York wordt dit geflusterd door tabel 3. Hieruit blijkt tevens dat het jumbovliegtuig daarentegen een relatief geringer brandstofverbruik en relatief grotere betalende lading zal hebben in vergelijking met de huidige vliegtuigtypen, hetgeen voornamelijk het gevolg is van de toepassing van zuiniger straalmotoren.

Het voordeel van het supersone verkeersvliegtuig is uiteraard gelegen in de belangrijke verkorting van de vluchtduur, die niet alleen voordeel biedt aan de passagiers, doch ook aan de luchtvaartmaatschappij door de daarmee gepaard gaande verhoging van productievermogen (in pass. km of tonkm) per jaar (tabel 3). Eén Amerikaanse SST heeft een groter productievermogen per jaar dan vier DC-8 vliegtuigen, hoewel de betalende lading slechts het dubbele van die van de DC-8 bedraagt. Per jaar kan genoemde SST evenveel passagiers over de Atlantische Oceaan vervoeren als vier schepen van het Queen-Mary-type (ingericht voor 2000 passagiers).

In tabel 3 zijn ook de kosten voor brandstof en afschrijving per betalende tonkm opgenomen. Door het hogere brandstofverbruik zijn de brandstofkosten per tonkm voor de supersone verkeersvliegtuigen uiteraard hoger dan voor de huidige subsone straalverkeersvliegtuigen. Ondanks de veel hogere aanschaffingsprijs worden de afschrijvingskosten per betalende tonkm voor de Amerikaanse SST door het grote productievermogen per jaar slechts weinig hoger dan bij de huidige verkeersvliegtuigen. Door dit grote productievermogen zullen mogelijk de kosten voor onderhoud, bemanning, passagiersverzorging, luchthavengebruik, gronduitrusting e. d. per betalende tonkm dalen en het is niet onwaarschijnlijk dat daardoor de totale exploitatiekosten per tonkm voor de Boeing 2707 op het niveau van de huidige subsone straalvliegtuigen zullen komen te liggen. Algemeen wordt echter verwacht dat de veel kleinere Concorde duurder in exploitatie zal blijken te zijn. Daarentegen zullen de kosten per tonkm voor de toekomstige subsone jumbo-vliegtuigen als de Boeing 747 belangrijk lager worden in vergelijking met de huidige typen. Het moet daarom niet uitgesloten worden geacht dat in het toekomstige luchtverkeer een verschil in passagieprijzen zal ontstaan tussen het snelle supersone en het langzame subsone vervoer.

Tabel 4 : Gegevens van enkele verkeersvliegtuigen voor korte- en middelgrote afstanden.

Vliegtuigtype	Fokker F-28 (Ned.)	Douglas DC-9-10 (U. S. A.)	Europese luchtbus A-300 ⁺	Lockheed L-1011 (U. S. A.)
jaar van indienststelling	1968	1966	1972	1972
max. startgewicht W_{to} (ton)	25,7	41,2	120	145
aantal zitplaatsen	50-65	56-90	229-298	227-300
kruissnelheid V_{cr} (km/h)	790	820	845	845
kruishoogte (km)	6,9	10	10,7	10,7
getal van Mach M_{cr}	0,7	0,76	0,8	0,8
grootste vliegengte met max. lading (km)	1040	2040	2300	3850
baanlengte voor start en landing (m)	1400	2000	2260	2340
aanschaffingsprijs (10^6 gld)	9,45	11,0	40	56

+) Ontwerp van Hawker Siddeley Av., Sud-Aviation en Arbeitsgemeinschaft Airbus.

Een andere fysische eigenschap, die het toekomstig gebruik van het supersone vliegtuig kan beïnvloeden, ligt in het optreden van de supersone knallen ("sonic boom"). Deze worden veroorzaakt door de met het vliegtuig meebewegende schokgolven, die de grond treffen en daar bij het passeren als één of meer harde knallen worden waargenomen over een breedte van 50 à 80 km ter weerszijden van de vliegroute. Door onvoldoende ervaring met grote, hoogvliegende supersone vliegtuigen, kan thans nog moeilijk worden voorzien in hoeverre deze knallen het vliegen met supersone snelheden boven bevolkte streken zullen belemmeren of zelfs onmogelijk maken.

Na het bovenstaande zal het duidelijk zijn dat algemeen wordt verwacht, dat ook bij een voorspoedige ontwikkeling van het super-

sone luchtverkeer, omstreeks 1980 toch een aanzienlijk deel van het luchtvervoer over lange afstanden - waaronder ook veel vrachtvervoer - met subsone vliegtuigen zal geschieden. Uitgevoerd als vrachtvliegtuig kan de Boeing 747 b.v. 28 vliegtuigcontainers van standaard-afmetingen (8 ft x 8ft dwarsdoorsnede en 125 inch lengte ($244^2 \times 317$ cm)) in twee rijen van 14 stuks vervoeren; de totale vrachtlading van dit vliegtuig is maximaal 100 ton.

Ook voor het verkeer over korte en middelgrote afstanden (tot ca. 3000 km) zullen vooralsnog uitsluitend subsone vliegtuigen worden gebruikt (zie ook par. 5). Op luchtlijnen met groot vervoersaanbod, waarbij frequentieverhoging geen noodzaak is, doet zich ook hier i. v. m. het groeiende luchtverkeer de behoefte voelen aan grotere vliegtuigen voor

Tabel 5 : Mogelijke samenstelling van de luchtvloot voor het geregelde passagiersvervoer omstreeks 1980.

verkeers- soort	vliegtuig- type	gemiddelde blok- snelheid (km/h)	gemiddeld aantal zitplaat- sen	aantal gebruiks- uren per jaar	zitplaats- productie per jaar (pass. km)	aantal vliegtuigen	totale zitplaats- productie per jaar (pass. km)
lange afstanden	SST	2000	180	3500	$12,6 \cdot 10^8$	250	$315 \cdot 10^9$
	jumbo	800	375	4000	$12,0 \cdot 10^8$	450	$540 \cdot 10^9$
	standaard	800	160	4000	$5,1 \cdot 10^8$	400	$205 \cdot 10^9$
middelgro- te en korte afstanden	luchtbus	500	300	2500	$3,8 \cdot 10^8$	1400	$525 \cdot 10^9$
	standaard	500	150	2500	$1,8 \cdot 10^8$	3000	$362 \cdot 10^9$
	aanvoertype ^{x)}	320	70	2000	$0,45 \cdot 10^8$	1500	$67 \cdot 10^9$
	mini-type ^{x)}	200	30	1500	$0,09 \cdot 10^8$	3000	$27 \cdot 10^9$
totaal					$35,84 \cdot 10^8$	10.000	$2.041 \cdot 10^9$

x) Een aantal van deze vliegtuigen zijn mogelijk V/STOL-typen (par. 4)

b. v. 200 à 300 passagiers. Deze vliegtuigen staan bekend onder de naam luchtbus ("airbus"), waarvoor in tabel 4 de gegevens van twee ontwerpen zijn vermeld, met ter vergelijking twee kleinere verkeersvliegtuigen voor het gebruik op resp. korte en middelgrote afstanden.

In verband met de veelsoortigheid van het luchtvervoer - wat betreft afstand en vervoersaanbod - zal in de toekomst een reeks van vliegtuigtypen worden gebruikt, waaronder behalve de bovengenoemde toekomstige grote subsone en supersone vliegtuigen, ook typen die overeenkomen met de huidige verkeersvliegtuigen en daaruit zijn ontwikkeld. O. a. wordt een grote toeneming verwacht van het aantal kleine verkeersvliegtuigen (30 - 70 passagiers) in het geregelde luchtverkeer. Dit hangt samen met de te verwachten toeneming van het luchtverkeer over korte afstanden, dat thans in vergelijking met het verkeer over de lange- en middelgrote afstanden belangrijk minder is ontwikkeld. Het korte-afstandsverkeer zal niet alleen de aanvoerlijnen tussen de grote en de kleine steden omvatten, doch ook het zogenaamde "sociale luchtverkeer" met gering vervoersaanbod ten behoeve van afgelegen woon- en werkgebieden.

Tabel 5 geeft een mogelijke samenstelling van de luchtvloot omstreeks 1980 (bewerkt naar lit. 4 en 5), waarmede het voorspelde passagiersvervoer zal kunnen worden verzorgd (zie fig. 2).

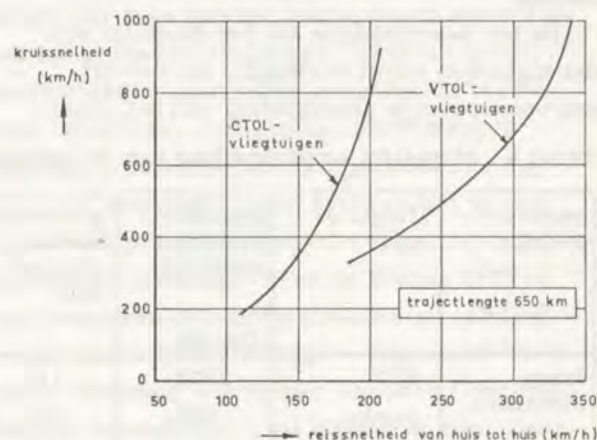
4. ONTWIKKELING VAN VERKEERSVLIEGTUIGEN MET VERTIKALE OF KORTE START EN LANDING.

Met de ontwikkeling van grotere en snellere vliegtuigen zijn tot heden ook de lengten benodigd voor het starten en landen voortdurend toegenomen. Voor de huidige grote straalverkeersvliegtuigen zijn start- en landingsbanen met een lengte van ca. 3300 m vereist, terwijl verkeersvliegtuigen voor korte en middelgrote afstanden banen van 1500 à 2100 m nodig hebben (tabel 2 en 4). In dit verband is het van belang op te merken, dat de toekomstige jumbo- en supersone straalverkeersvliegtuigen voor dezelfde start- en landingsbanen zijn ontworpen als de huidige typen voor het lange-afstandsverkeer.

De lange start- en landingsbanen, en de vereiste vrije ruimte voor het wegvliegen en nade-

ren van deze banen, maken dat de moderne grote luchthavens relatief ver van de steden zijn gelegen. Het langzame, veelal door congestie gehinderde grondvervoer, verlengt de reisduur van huis tot huis met verscheidene uren, hetgeen vooral voor het luchtverkeer over korte afstanden (van enkele honderden tot duizend km) zeer nadelig is. Zoals reeds is opgemerkt, wordt ook voor dit luchtverkeer een grote toeneming verwacht. Eén van de mogelijke oplossingen voor de opheffing van het bezwaar van de tijdrovende grondverbindingen is het gebruik van zogenaamde VTOL-vliegtuigen^{x)}, die ontworpen zijn voor verticale start en landing en STOL-vliegtuigen^{x)}, die een zeer korte en steile start en landing kunnen uitvoeren in vergelijking met conventionele vliegtuigen van dezelfde grootte (CTOL-vliegtuigen^{x)}). Voor STOL-verkeersvliegtuigen zal de start- en landingsbaanlengte b. v. 450 à 600 m bedragen.

V/STOL-vliegtuigen^{x)} zullen kunnen opereren vanaf kleine luchtstations aan de periferie van stadsgebieden, of eventueel in de stadscentra zelf, en daardoor een belangrijke besparing kunnen leveren in de reistijden op de grond. Fig. 5 toont een voorbeeld van de winst in reissnelheid van huis tot huis bij gebruik van deze vliegtuigen op een traject van 650 km in vergelijking met



Figuur 5.
Vergroting van de reissnelheid bij gebruik van VTOL-vliegtuigen.

x) VTOL=Vertical Take-Off and Landing;
STOL=Short Take-Off and Landing;
CTOL=Conventional Take-Off and Landing;
VTOL- en STOL-vliegtuigen worden hier samen aangeduid met de afkorting V/STOL.

de huidige CTOL-vliegtuigen (lit. 6). Behalve voor het verkeer tussen stadscentra onderling, zullen V/STOL-vliegtuigen ook kunnen worden gebruikt als aanvoervliegtuigen in het verkeer van en naar de grote luchthavens voor het lange-afstandsverkeer.

De start- en landingslengten van CTOL-vliegtuigen zijn een gevolg van het feit, dat het vliegtuig een zekere snelheid nodig heeft voordat de vleugel voldoende aerodynamische draagkracht levert om het gewicht te dragen. Met toepassing van hulpmiddelen voor draagkrachtsverhoging (kleppen aan de vleugelachterrand en ev. vleugelneus) bedraagt de laagste vliegsnelheid, die veilig bij het starten en landen kan worden toegepast, voor de grote moderne straalverkeersvliegtuigen ca. 250 km/h. Bij VTOL-vliegtuigen wordt de hefkraft, die nodig is om het gewicht in start en landing te dragen, echter niet meer aan de voorwaartse beweging van de vaste vleugel ontleend, doch opgewekt met behulp van motorwerking (zogenaamde "power-lift"), hetgeen in het bijzonder door de ontwikkeling van de lichte gasturbine met groot vermogen mogelijk is geworden. Bij STOL-vliegtuigen worden i. h. a. zowel vleugel- als motordraagkracht benut, waardoor deze vliegtuigen lagere minimale vliegsnelheden en kortere start- en landingslengten hebben dan CTOL-vliegtuigen.

Ook het hefschroefvliegtuig moet tot de categorie van VTOL-vliegtuigen worden gerekend. Bij dit vliegtuigtype wordt zowel de draagkracht als de voortstuwende kracht geleverd door de draagschroef of rotor, hetgeen tot heden de bereikbare vliegsnelheden heeft beperkt tot ca. 250 km/h. Als gevolg van het geringe produktievermogen in tonkm/h en de hoge aanschaffingskosten wordt het hefschroefvliegtuig nog slechts op zeer beperkte schaal voor geregeld lokaal passagiersvervoer gebruikt.^{xx)} Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de draagschroef, toepassing van afzonderlijke voortstuwingsmiddelen en/of vaste vleugels (zogenaamde combinatie-hefschroefvliegtuigen) maken in de toekomst grotere vliegsnelheden mogelijk, b. v. tot 500 km/h. Nog hogere snelheden zullen kunnen worden bereikt met typen, waarbij de draagschroef in de kruisvlucht kan worden stilgezet en ev. ingetrokken. Dergelijke typen kunnen uiteraard ook worden beschouwd

als conventionele vliegtuigen, die i. v. m. de start en landing zijn voorzien van een draagschroef.

Uitgaande van het conventionele vliegtuig kunnen behalve de (grote) draagschroef ook andere middelen voor het opwekken van een extra hefkraft in de start en landing worden toegepast. In beginsel wordt hierbij één van onderstaande mogelijkheden of een combinatie daarvan gebruikt:

- a. de voortstuwingsmiddelen (straalmotoren of schroeven met ev. motoren en vleugel) worden t. o. v. het vliegtuig gekanteld,
- b. de stuwstraal van de horizontaal ingebouwde voortstuwingsmiddelen wordt in neerwaartse richting afgebogen d. m. v. roosters bij straalmotoren of d. m. v. de vleugel met klepsysteem bij schroeven,
- c. de hefkraft wordt verkregen met afzonderlijke, vertikaal ingebouwde liftmotoren (straalmotoren met stuwkracht-gewichtverhoudingen van 16 op 1 en in de toekomst misschien zelfs 30 à 40 op 1).

Sinds 1955 zijn op basis van de genoemde concepties een groot aantal V/STOL-vliegtuigen voor experimentele doeleinden gebouwd, waarvan enkele reeds hebben geleid tot typen ontworpen voor operationeel, militair gebruik (vrachtvliegtuig met kantelvleugel en schroeven: Ling Temco-Vought XC-142; jachtvliegtuig met draaibare stuwstraal van de motoren: Hawker P-1127 "Harrier").

De vorm, waarin een civiel V/STOL-vliegtuig gestalte zal kunnen krijgen, is thans een onderwerp van intensief onderzoek. Als voorbeeld toont fig. 6 twee vormen met resp. schroef- en straalvoortstuwung. Bij de huidige stand van de techniek vormt het geluid van de straalmotoren een ernstige belemmering voor toepassing van V/STOL-vliegtuigen in de directe nabijheid van woon- en werkgebieden, waarvoor nog geen afdoende oplossing in het vooruitzicht schijnt. Voor zover hierbij geen technische doorbraak optreedt, lijkt daarom aan de schroefvoortstuwung nog een belangrijk gebied van toepassing voorbehouden.

xx) O. a. voor het vervoer naar en van de luchthavens in de steden New York, Los Angeles en San Francisco.



Figuur 6.
Voorbeeld van twee ontwerpen
van VTOL-verkeersvliegtuigen.

De plaats, die VTOL- of STOL-vliegtuigen in het toekomstig luchtvervoer zullen kunnen innemen, zal sterk worden bepaald door de technologische ontwikkeling. Vooral nog wordt in het bijzonder gedacht aan de toepassing voor relatief kleine vliegtuigtypen (30-70 passagiers), ontworpen voor korte-afstandsverkeer. Als gevolg van het extra vermogen, dat voor de start en landing nodig is, en de daarmee gepaard gaande gewichtsverhoging, zullen de exploitatiekosten per betalende tonkm hoger zijn dan voor CTOL-vliegtuigen.

Het gebruik van V/STOL-vliegtuigen wordt o. a. in Amerika bestudeerd als een mogelijke oplossing voor de vervoersproblemen, die men in de jaren 1970-1980 verwacht in dichtbevolkte gebieden als de Noord-Oost-Corridor (Boston-New York-Washington), het gebied San Francisco-Los Angeles en Chicago-Buffalo (lit. 7 en 8). Bij deze studies worden behalve het vliegtuig ook andere middelen van vervoer beschouwd (ultra-snelle treinen, "super"-wegvervoer e. d.). T. o. v. de vervoermiddelen te land blijkt het vervoerssysteem met V/STOL-vliegtuigen o. a.

geringere investeringskosten en grotere flexibiliteit van het route-netwerk als voordelen te bieden. Ook voor het dichtbevolkte, gefindustrialiseerde N. W. -Europa moet een soortgelijke ontwikkeling van V/STOL-luchtverkeer mogelijk worden geacht als voor de genoemde gebieden van de V. S.

Volgens de huidige inzichten is het niet waarschijnlijk dat in de afzienbare toekomst ook de grote verkeersvliegtuigen voor lange-afstandsverkeer als V/STOL-vliegtuigen zullen kunnen worden ontworpen, zodat voor dit verkeer de grote luchthavens wel onmisbaar zullen blijven.

5. DE ONTWIKKELING VAN HYPERSONE VERKEERSVLIEGTUIGEN.

Het ligt in de verwachting dat de ontwikkeling van het verkeersvliegtuig, wat betreft grootte en snelheid, geenszins een eindpunt zal hebben bereikt met de bouw van de subsone jumbos en supersone vliegtuigen, die in par. 3 zijn beschouwd. In dit verband is het van belang om op te merken dat de ontwikkeling van het verkeersvliegtuig zich tot heden heeft voltrokken in een aantal "sprongen" met een tussenperiode van ca. 13 jaar, waarbij de snelheid en/of grootte in belangrijke mate toenam (tabel 6). Fig. 7 brengt deze ontwikkeling voor de vliegsnelheid in beeld.

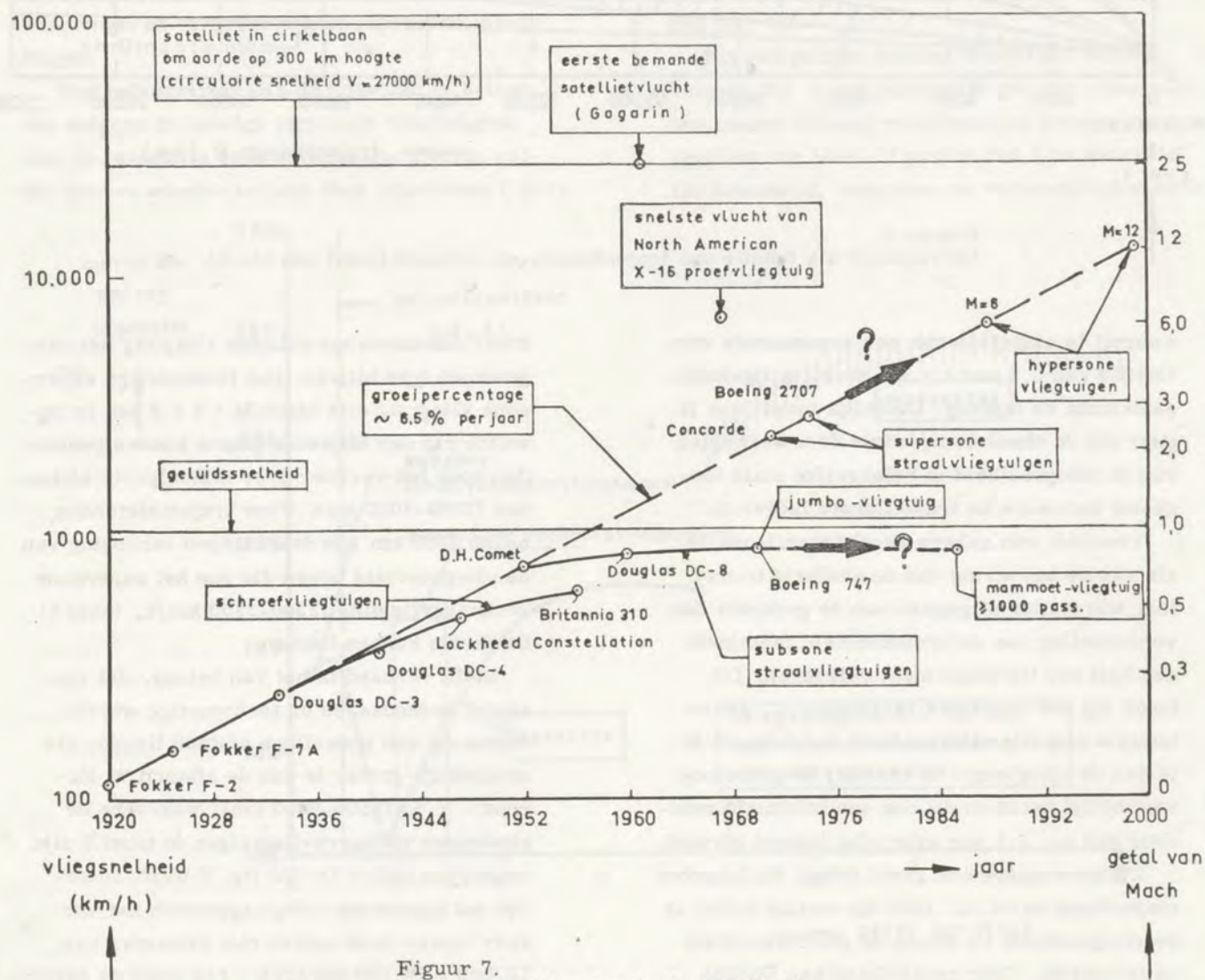
Het lijkt waarschijnlijk dat omstreeks 1985 een nieuwe generatie van verkeersvliegtuigen in gebruik zal worden genomen, waarbij enerzijds kan worden gedacht aan zeer grote (vermoedelijk subsone) "mammoet"-vliegtuigen voor 1000 passagiers of meer^{x)} en anderzijds aan hypersonen verkeersvliegtuigen met snelheden van 5000 km/h (d. w. z. getal van Mach $M=5$) of meer.

In deze paragraaf wordt in het bijzonder ingegaan op de mogelijkheden van het hypersonen verkeersvliegtuig. Teneinde de betekenis van de verhoging van de vliegsnelheid te kunnen nagaan, is in fig. 8 de samenhang gegeven tussen de duur van de vlucht (t), de vliegsnelheid in de kruisvlucht (V) en de trajectlengte (R),

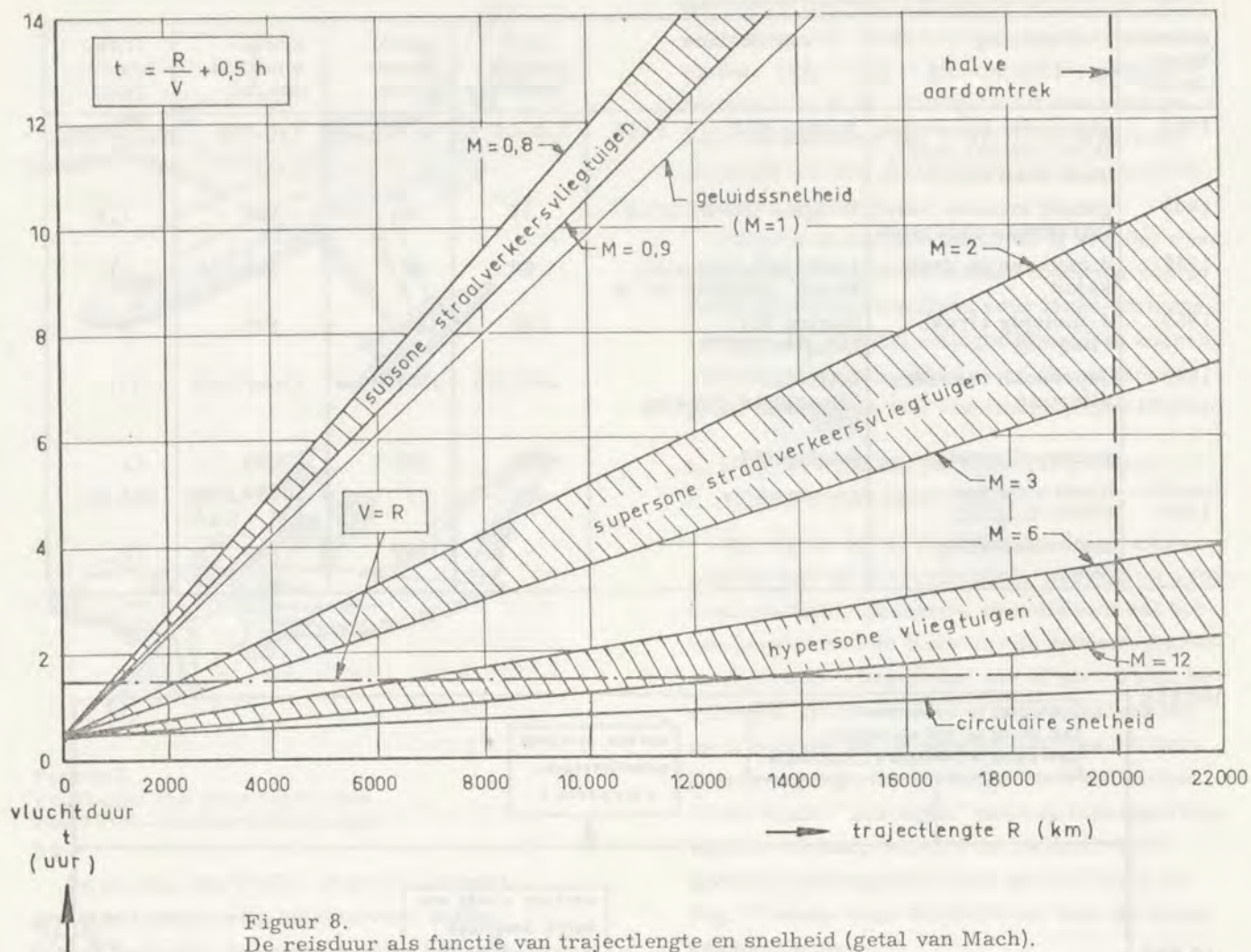
x) Reeds thans wordt aan civiele versies van het grote Amerikaanse subsone militaire vrachtvliegtuig Lockheed C-5A (370 ton startgewicht) gedacht, waarmee 700 passagiers zouden kunnen worden vervoerd.

Tabel 6 : Ontwikkeling van verkeersvliegtuigen.

eerste introductie	uitvoering	voorbeelden	startgewicht (ton)	aantal passagiers	kruissnelheid (km/h)	vlieghoogte (km)
1920	gemengde bouwwijze (hout, metaal, doek), vast onderstel	Fokker F-2 t/m F-18	1,9 - 7,5	4 - 14	120-200	0,2 - 1,2
1933	geheel metalen bouw, intrekbaar onderstel	Douglas DC-2, DC-3	12	30	250	1,8
1946	4 motoren en druk-kajuit	Lockheed-"Constellation", Douglas DC-6	50	80	500	6
1959	4-motorig straalvliegtuig	Boeing 707, Douglas DC-8	135	180	875	9
1972	supersoosn verkeersvliegtuig	BAC-Sud "Concorde"/Boeing 2707	166/320	130/310	2200/2900	17/19
	jumbo-vliegtuig	Boeing 747	322	380	930	11
omstr. 1985	hypersoosn verkeersvliegtuig	-	-	-	6600 à 8800 (M = 6 à 8)	30 à 35
	mammoet-vliegtuig	-	-	1000	950	11



Figuur 7. De ontwikkeling van de vliegsnelheid.



Figuur 8.
De reisduur als functie van trajectlengte en snelheid (getal van Mach).

waarbij is uitgegaan van een zogenaamde verliestijd van 0,5 uur i. v. m. start, stijgvucht, daalvlucht en landing. Duidelijk toont deze figuur dat de absolute tijdwinst door verhoging van de vliegsnelheid in belangrijke mate toeneemt naarmate de trajectlengte langer is.

Teneinde een zekere regel betreffende de zin van de opvoering van de snelheid te stellen, wordt hier uitgegaan van de gedachte dat verdubbeling van de kruissnelheid tenminste een half uur tijdwinst moet opleveren. Dit houdt bij een constante verliestijd in, dat de hoogste zinvolle vliegsnelheid in km/h gelijk is aan de vlieg lengte in km. Bij de genoemde verliestijd betekent dit dus een minimale reisduur van ca. 1,5 uur over elke (lange) afstand.

Uit bovengenoemde regel volgt, dat het voor trajectlengten tot ca. 1000 km weinig zinvol is de vliegsnelheid tot boven de geluidssnelheid op te voeren. Voor zover thans kan worden overzien, zal derhalve voor het verkeer over

korte afstanden het subsonic vliegtuig het aangewezen type blijven. Het toekomstige supersone vliegtuig met Mach $M = 2$ à 3 zou in dezelfde zin een blijvende plaats kunnen behouden voor het vervoer over middelgrote afstanden (2000-3000 km). Voor trajectafstanden boven 3000 km zou daarentegen verhoging van de vliegsnelheid boven die van het supersone verkeersvliegtuig (2300-3200 km/h, tabel 6) betekenis kunnen hebben.

In dit verband is het van belang, dat een aantal hedendaagse en toekomstige wereldcentra op een onderlinge afstand liggen, die aanzienlijk groter is dan de afstand W. Europa - V.S. (5500-6000 km), waarvoor de supersone verkeersvliegtuigen in tabel 2 zijn ontworpen (tabel 7). Uit fig. 8 blijkt duidelijk dat hypersone vliegtuigen voor het verkeer tussen deze centra met afstanden van 10.000 - 20.000 km ($1/4$ - $1/2$ maal de aardomtrek) nog een zeer aanzienlijke tijdwinst zouden

Tabel 7 : Afstanden tussen enkele wereldcentra.
(langs grootcirkel)

Van	Naar	Afstand (km)
New York	Tokio	11.000
	Shanghai	12.000
	Moskou	7.500
	Buenos Aires	8.500
	Kairo	9.100
	Bombay	12.600
	Melbourne	16.900
Londen	Singapore	11.000
	Tokio	9.600
	Bangkok	9.500
	Calcutta	8.000
	Shanghai	9.200
	Kaapstad	9.700
	Sydney	17.100

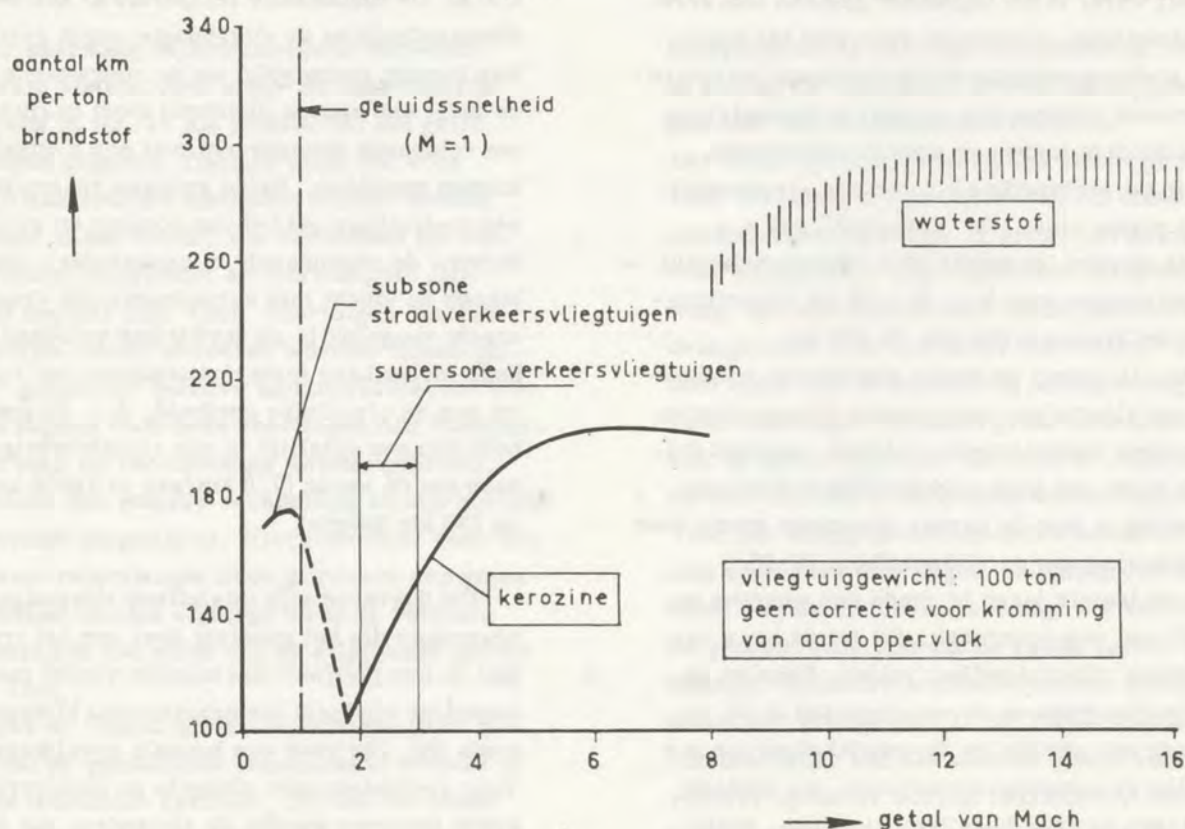
kunnen geven vergeleken met supersone vliegtuigen.

Nog belangrijker dan de tijdwinst is echter, dat volgens de huidige inzichten vlieg lengten van de genoemde orde van grootte slechts zullen kunnen worden bereikt door hypersone i. p. v.

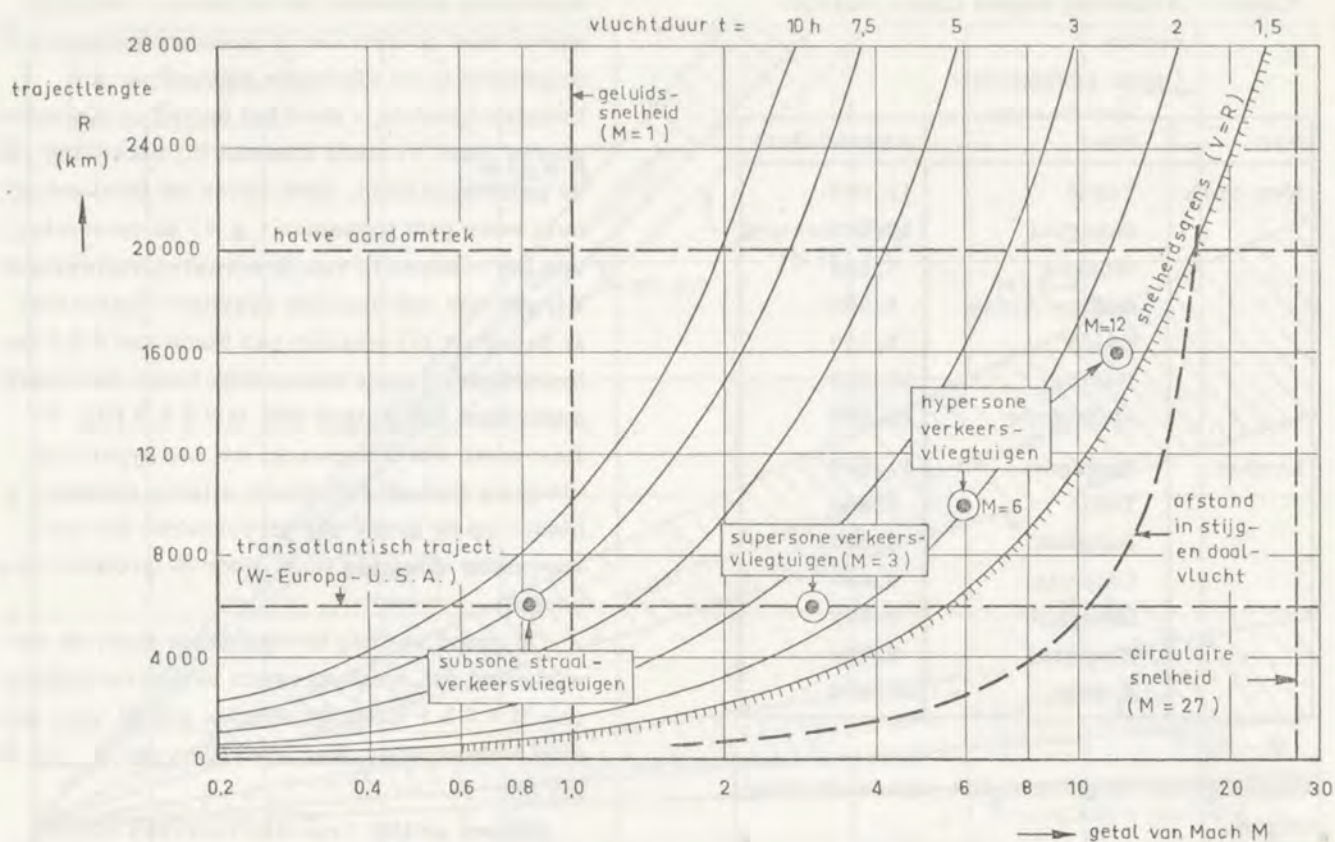
supersone snelheden toe te passen. Dit hangt samen met het feit dat de brandstofeconomie - uitgedrukt in de afgelegde afstand per ton brandstofgewicht - door het optreden van schokgolven (par. 3) sterk afneemt bij passering van de geluidssnelheid, doch boven de geluidssnelheid weer gaat toenemen t. g. v. de toeneming van het rendement van de straalvoortstuwing. Bij gebruik van dezelfde brandstof (kerosine) is daardoor bij getallen van Mach van 6 à 8 de brandstofeconomie aanzienlijk beter dan voor supersone vliegtuigen met $M = 2$ à 3 (fig. 9). Bovendien wordt verwacht dat het hypersone vliegtuig tijdens zijn vlucht minder geluidshinder op de grond zal veroorzaken dan het supersone vliegtuig (o. a. door de grotere vlieghoogte).

Op grond van het bovenstaande moet de ontwikkeling van een hyperson verkeersvliegtuig van $M = 6$ à 8 mogelijk worden geacht voor non-stop luchtvervoer over afstanden van ca. 10.000 km (lit. 9).

Bij een gelijke brandstofvoorraad zouden, volgens fig. 9 nog belangrijk grotere vlieglengten kunnen worden verkregen bij toepassing van getallen van Mach M groter dan 8 en waterstof als brandstof, waarvoor de verbrandingswaarde



Figuur 9. De brandstofeconomie.



Figuur 10. Soorten van verkeersvliegtuigen.

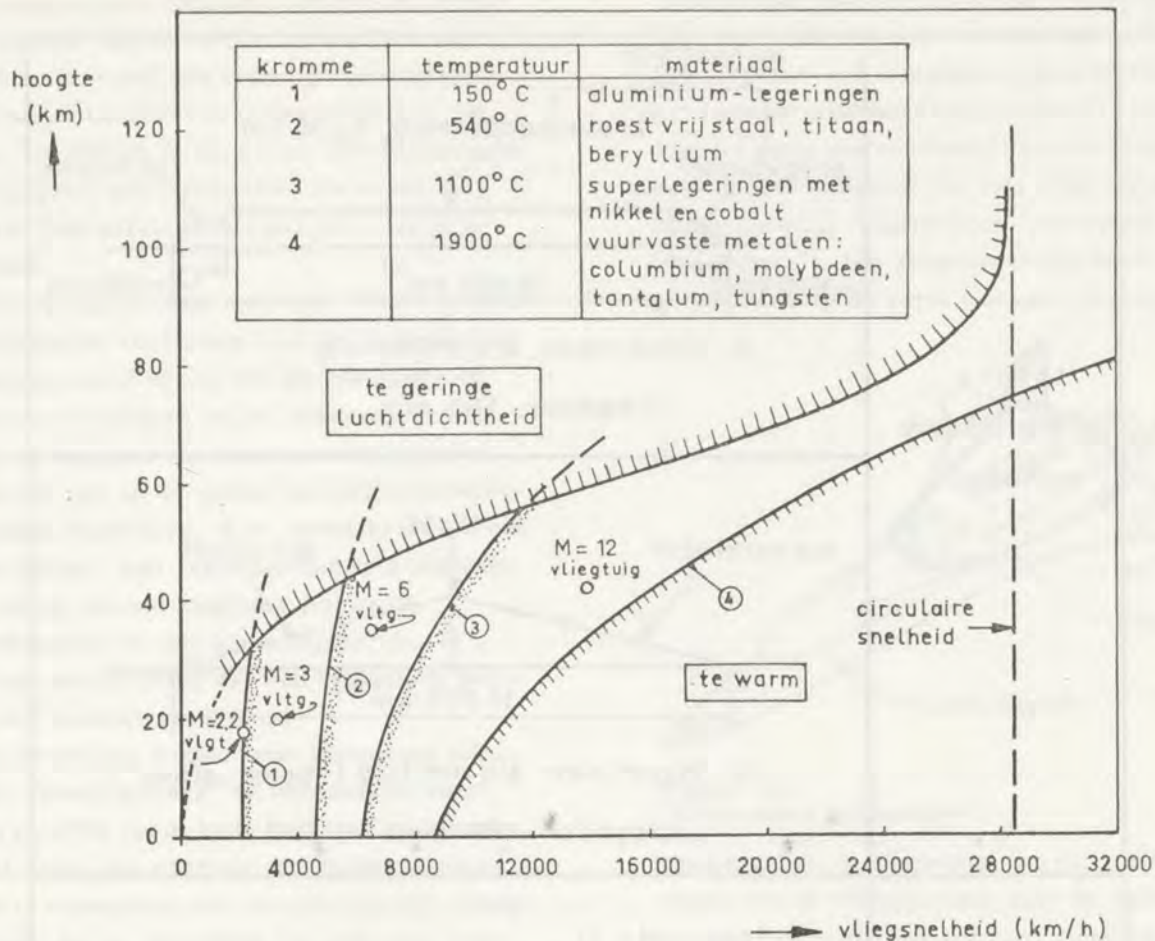
per kg 2,6 maal groter is dan voor kerosine. Hierbij wordt in het bijzonder gedacht aan stuwstraalmotoren, waarin de waterstof bij supersone stroomsnelheden wordt verbrand (scramjet= supersonic combustion ramjet) in tegenstelling tot de huidige turbo- en stuwstraalmotoren, waarin de verbranding bij subsone stroomsnelheden plaats vindt. De "scramjet" zou o. a. kunnen worden toegepast voor verkeersvliegtuigen ontworpen voor b. v. $M = 12$ en trajectlengten in de grootte-orde van 15.000 km.

Fig. 10 brengt de boven geschetste ontwikkeling van vliegtuigen met grotere vliegsnelheden en grotere trajectlengten in beeld, waaruit duidelijk blijkt dat deze ontwikkeling in overeenstemming is met de eerder genoemde grens voor de opvoering van de vliegsnelheid ($V=R$).

In de laatste jaren is reeds een aanvang gemaakt met een onderzoek, dat tot de bouw van hypersonen vliegtuigen kan leiden. Behalve op de aerodynamica en de voortstuwing is dit onderzoek ook gericht op de ontwikkeling van materialen en constructiemethoden, die bestand zijn tegen de zeer hoge temperaturen, welke door de aerodynamische verhitting optreden. Als voorbeeld geeft fig. 11 voor een aantal mo-

gelijke constructiematerialen de grens, die i. v. m. de toelaatbare temperatuur aan de vliegsnelheid en de vlieghoogte wordt gesteld. Een tweede grens volgt uit de voorwaarde dat de lucht een zekere dichtheid moet bezitten om voldoende draagkracht met een vleugel te kunnen opwekken. Beide grenzen voeren tot een toelaatbaar gebied van hoogten en snelheden - de zogenaamde vliegcorridor - waarbinnen de vlucht met aerodynamische draagkracht mogelijk is en dat bij een voldoende hoge toelaatbare metaaltemperatuur reikt tot aan de circulaire snelheid, d. i. de snelheid van een satelliet in een cirkelvormige baan om de aarde (7,8 km/sec of 28000 km/h op 150 km hoogte).

Tot dusverre zijn uitsluitend vliegtuigen besproken die het grootste deel van het traject in een (vrijwel) horizontale vlucht met constante snelheid (de kruisvlucht) afleggen, zoals fig. 12a voor een bepaald geval aangeeft. Voor voertuigen met vleugels en luchtverbruikende motoren worden de afstanden, die in de stijgvlucht en daalvlucht vóór en na de kruisvlucht moeten, resp. kunnen worden afgelegd,

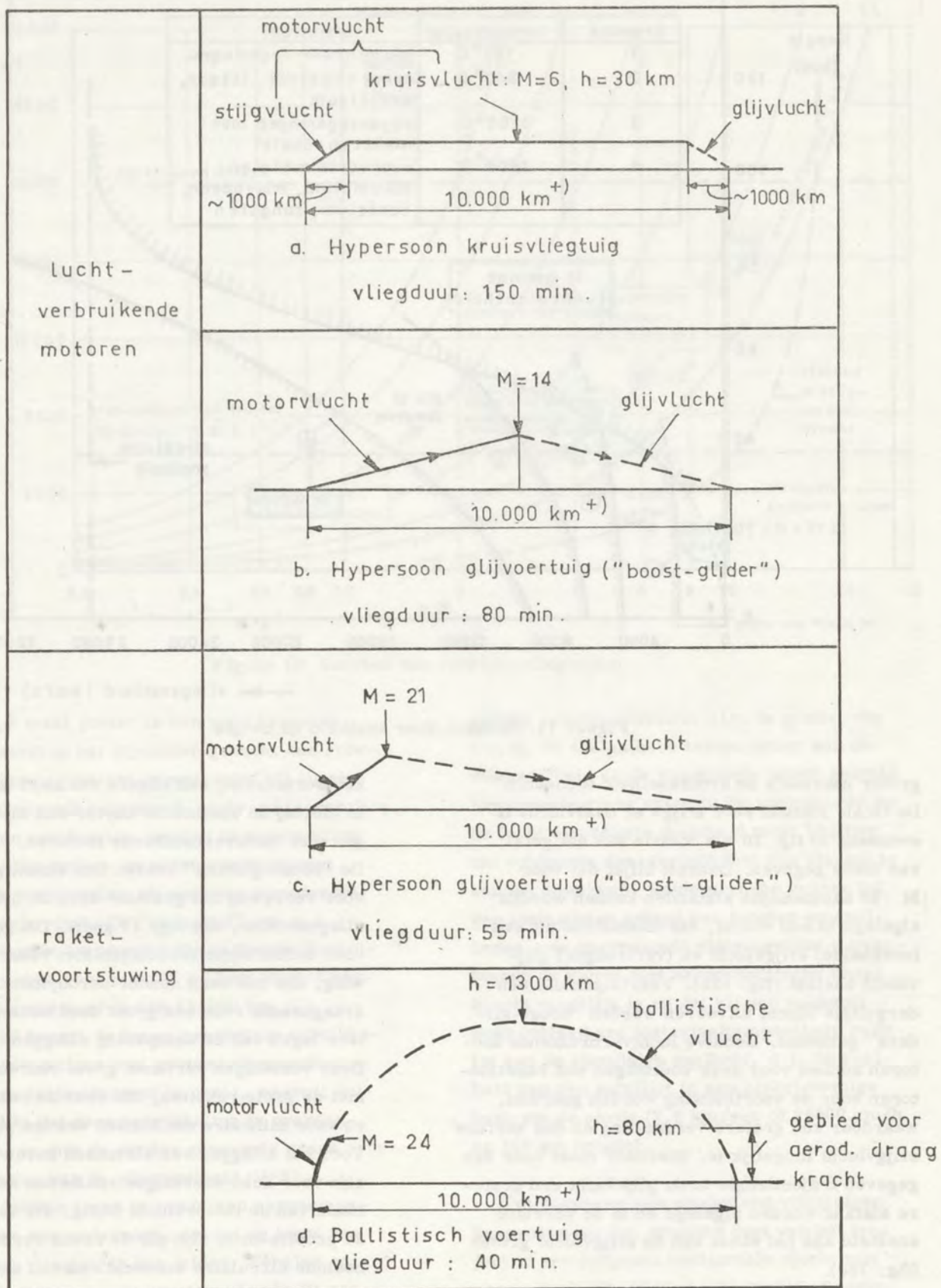


Figuur 11. Grenzen voor snelheid en hoogte.

groter naarmate de kruissnelheid toeneemt. De totale afstand voor stijg- en daalvlucht is eveneens in fig. 10 als functie van het getal van Mach gegeven. Daaruit blijkt dat voor M 10 aanzienlijke afstanden kunnen worden afgelegd in een vlucht, die uitsluitend uit een (versnelde) stijgvlucht en (vertraagde) glijvlucht bestaat (fig. 12b). Voertuigen die een dergelijke vlucht uitvoeren worden "boost-gliders" genoemd. Behalve luchtverbruikende motoren kunnen voor deze voertuigen ook raketmotoren voor de voortstuwing worden gebruikt, waardoor een grotere versnelling en dus kortere stijgvlucht mogelijk is. Hierdoor moet voor een gegeven trajectlengte in de glijvlucht een grotere afstand worden afgelegd en is de vereiste snelheid aan het einde van de stijgvlucht groter (fig. 12c).

Voor de "boost-glide"-voertuigen geldt globaal dat de gemiddelde reissnelheid de helft is van de maximale snelheid, die aan het einde van de stijgvlucht nodig is om de gewenste afstand af te leggen. Daar bij toepassing van ra-

ketvoortstuwing een hogere snelheid is vereist, is hierbij de vluchtduur korter dan bij voertuigen met luchtverbruikende motoren. De "boost-gliders" voeren hun vlucht geheel of voor verreweg het grootste deel uit binnen de vliegcorridor, die fig. 11 geeft. Dit geldt niet voor ballistische voertuigen met raketvoortstuwing, die hun baan zonder aerodynamische draagkracht voor een groot deel buiten de dichtere lagen van de dampkring afleggen (fig. 12d). Deze voertuigen vertonen grote overeenkomst met de grote raketten, die voor de ruimtevaart en voor militaire doeleinden worden gebruikt. Voor het afleggen van afstanden boven 10.000 km zijn voor deze voertuigen snelheden aan het einde van de motorvlucht nodig, die van dezelfde grootte-orde zijn als de reeds eerder genoemde circulaire snelheid van een satelliet, waarvoor M ongeveer 27 is. Deze circulaire snelheid moet wel als uiterste grens voor het verkeer op aarde worden beschouwd, daar bij hogere snelheden een negatieve (naar de aarde gerichte) draagkracht nodig is om het voertuig



+) langs grootcirkel

Figuur 12.
Vluchttypen (a t/m d) van hypersnelle voertuigen
(niet op schaal).

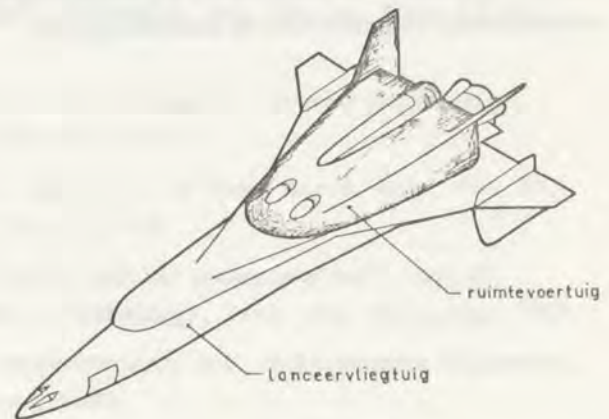
in een baan op een constante hoogte om de aarde te houden. Bij de circulaire snelheid van 27.000 km/h wordt één volledige omwenteling om de aarde beschreven in ongeveer 1,5 uur, d. w. z. 10.000 km in 22,5 min. Het ballistische voertuig geeft een vluchtduur, die reeds vrij dicht tot deze minimaal mogelijke reistijd is genaderd.

Op de vraag of in de toekomst "boost-gliders" en ballistische voertuigen voor het vervoer van passagiers en/of vracht van de ene plaats op aarde naar de andere zullen worden gebruikt, kan thans nog geen antwoord worden gegeven. Tot nu toe zijn op dit gebied slechts oriënterende studies uitgevoerd. B. v. wordt in lit. 10 een "boost-glider" met raketvoortstuwing beschreven, die de afstand Engeland-Australië (18.500 km) in 75 min kan afleggen; lit. 11 geeft een beschrijving van een ballistisch voertuig voor passagiersvervoer.

Bij dergelijke studies over hypersonische vliegtuigen, "boost-gliders" en ballistische voertuigen komt de reeds oude gedachte naar voren om het eigenlijke voertuig met lading te starten en te versnellen met een afzonderlijk draagvoertuig, dat na vervulling van zijn taak weer tot de luchthaven terugkeert. In tegenstelling tot de ruimtevaart heeft het principe van het voertuig, dat uit twee of meer "trappen" bestaat tot nu toe in de luchtvaart nimmer ingang gevonden en is steeds achterhaald door de technische ontwikkeling, die het mogelijk maakte het gestelde doel (hogere snelheid en/of langere afstand) met één enkel voertuig te bereiken. Het is niet onmogelijk dat dit ook met de genoemde hypersonische voertuigen weer het geval zal blijken.

Overigens kan erop worden gewezen dat de ontwikkeling van de hier besproken typen van hypersnelle voertuigen een nauwe verwantschap zal brengen tussen de middelen voor het vliegverkeer op aarde en die voor de uitvoering van ruimtevluchten. Dit geldt zowel voor de voertuigen zelf als voor de bijbehorende voorzieningen op de grond. Enerzijds zullen b. v. bij toepassing van ballistische voertuigen of "boost-gliders" voor het verkeer op aarde lanceerterreinen met bijbehorende installaties nodig worden, welke vergelijkbaar zijn met de huidige raketbases voor de ruimtevaart. Anderzijds moet rekening worden gehouden met een

ontwikkeling waarbij hypersonische vliegtuigen (met conventionele start en landing) zullen worden toegepast om bemande ruimtevoertuigen in b. v. een satellietbaan om de aarde te brengen. Fig. 13 geeft een voorbeeld van een dergelijke twee-trapscombinatie van een vliegtuig en ruimtevoertuig (zogenaamde "aerospace transporter"). Het ruimtevoertuig heeft in dit geval eveneens de vorm van een vliegtuig,



Figuur 13.
"Aero-space transporter".

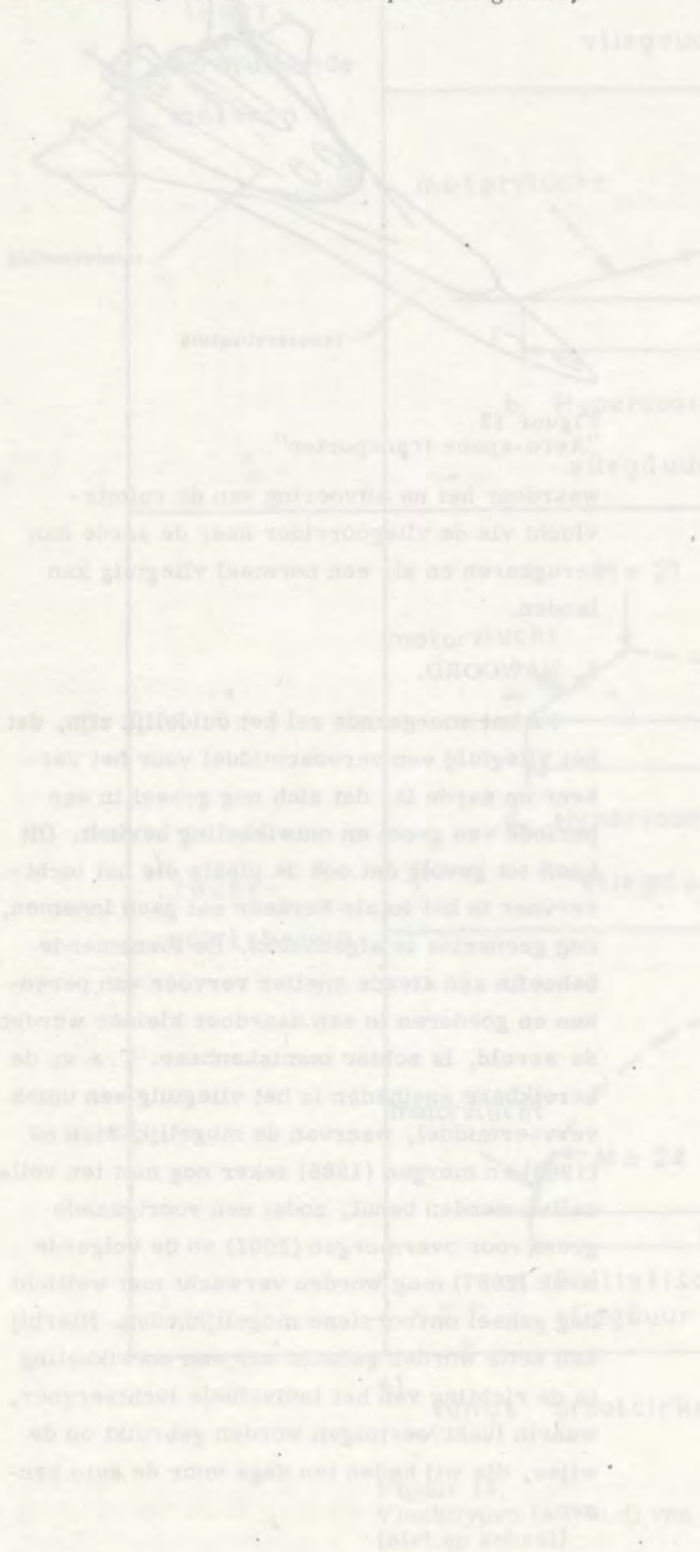
waardoor het na uitvoering van de ruimtevlucht via de vliegcorridor naar de aarde kan terugkeren en als een normaal vliegtuig kan landen.

6. NAWOORD.

Na het voorgaande zal het duidelijk zijn, dat het vliegtuig een vervoermiddel voor het verkeer op aarde is, dat zich nog geheel in een periode van groei en ontwikkeling bevindt. Dit heeft tot gevolg dat ook de plaats die het luchtvervoer in het totale verkeer zal gaan innemen, nog geenszins is afgebakend. De toenemende behoefte aan steeds sneller vervoer van personen en goederen in een daardoor kleiner worden de wereld, is echter onmiskenbaar. T. a. v. de bereikbare snelheden is het vliegtuig een uniek vervoermiddel, waarvan de mogelijkheden nu (1968) en morgen (1985) zeker nog niet ten volle zullen worden benut, zodat een voortgaande groei voor overmorgen (2002) en de volgende week (2087) mag worden verwacht met wellicht nog geheel onvoorziene mogelijkheden. Hierbij kan zelfs worden gedacht aan een ontwikkeling in de richting van het individuele luchtvervoer, waarin luchtvoertuigen worden gebruikt op de wijze, die wij heden ten dage voor de auto kennen.

Ook indien wij ons beperken tot onze eigen eeuw, kan worden gesteld dat de luchtvaarttechniek in dit tijdsbestek grote mogelijkheden biedt voor de verdere ontwikkeling van het vliegtuig en het daarmee uitgevoerde luchtverkeer. Het lijkt waarschijnlijk dat het tempo van de verwezenlijking van deze mogelijkheden voor "wereldomvattend" verkeer tot 2000 in grotere mate zal worden bepaald door factoren op organisatorisch, economisch, commercieel en politiek gebied,

dan door de grenzen van de techniek zelf. In het bijzonder zullen deze factoren ook de rol bepalen, die ons eigen land én West-Europa als geheel in deze ontwikkeling zullen kunnen spelen naast leidende wereldmogendheden als Amerika en Rusland. Het tot stand komen van een internationale samenwerking, die de nationale inspanningen op luchtvaartgebied bundelt en richting geeft, vormt wellicht de grootste taak, die ons in de naaste toekomst wacht.



...de luchtvaarttechniek in dit tijdsbestek grote mogelijkheden biedt voor de verdere ontwikkeling van het vliegtuig en het daarmee uitgevoerde luchtverkeer. Het lijkt waarschijnlijk dat het tempo van de verwezenlijking van deze mogelijkheden voor "wereldomvattend" verkeer tot 2000 in grotere mate zal worden bepaald door factoren op organisatorisch, economisch, commercieel en politiek gebied, dan door de grenzen van de techniek zelf. In het bijzonder zullen deze factoren ook de rol bepalen, die ons eigen land én West-Europa als geheel in deze ontwikkeling zullen kunnen spelen naast leidende wereldmogendheden als Amerika en Rusland. Het tot stand komen van een internationale samenwerking, die de nationale inspanningen op luchtvaartgebied bundelt en richting geeft, vormt wellicht de grootste taak, die ons in de naaste toekomst wacht.

LITERATUUR.

1. Diepen, F. J. L. "De functie van het luchtvervoer in het moderne Europa", De Ingenieur, vol. 77, no. 14, 2 april 1965, blz. A207-220.
2. Besse, G. en Desmas, G. "Forecasting for air transport - methods and results", Institut du Transport Aérien, ITA studies 66/7-E, 1966.
3. Lundberg, Bo. K. O. "Speed and safety in civil aviation", Proc. of the Int. Council of the Aeronautical Sciences, Stockholm 1962, blz. 1-154.
4. Davies, R. E. G. "The short-haul market", Aeroplane, vol. 114, no. 2909, 19 juli 1967, blz. 4-8.
5. Chichester-Miles, I. "The prospects for civil VTOL aircraft", Aircraft Engineering, vol. 38, no. 5, mei 1966, blz. 14-18.
6. Rowe, N. E. "A time of transition", Journal of the Royal Aeron. Soc., vol. 68, no. 639, maart 1964, blz. 145-155.
7. (An.) "A system analysis of short haul air transportation", Part III, Massachusetts Institute of Technology, Tech. rep. 65-1, aug. 1965.
8. Parkinson, J. B. "NASA's role in air transportation", Soc. of Automotive Engineers, SAE paper 660169, 4 nov. 1965.
9. Ferri, A. "Goals of hypersonic aerodynamics", Astronautics and Aeronautics, vol. 4, no. 10, oct. 1966, blz. 34-38.
10. Ashford, D. M. "Boost-glide vehicles for long-range transport", Journal of the Royal Aeron. Society, vol. 69, no. 655, juli 1965, blz. 448-453.
11. Bono, Ph. e. a. "Pegasus" - A design concept for a V.I.P. orbital/global rocket transport", SAE-paper 913 B, 1964.

NABESCHOUWING

door prof. ir. J. L. A. Cuperus

Uit de voorgaande publicaties blijkt duidelijk, dat allerwege gezocht wordt naar een transportwijze van mens en goed, waarbij grotere aantallen en hoeveelheden dan voorheen sneller en frequenter kunnen worden verplaatst.

De bevolkingstoename, de vergroting van de menselijke behoefte tot communicatie, de daaruit resulterende wens en noodzaak voor de overbrenging van mensen, goederen en berichten, zullen ons in de toekomst voor een gigantische opgave stellen t. a. v. de afwikkeling van het daaruit voortvloeiende verkeer, veelal geconcentreerd in beperkte ruimten.

Voor wat het menselijk verkeer betreft, in het bijzonder de "directe" persoonlijke ontmoeting (face to face), zou twijfel aan deze veronderstelling mogelijk zijn. Immers bij het "indirecte" verkeer, afgeleid uit de schriftelijke wijze van gedachten overbrengen, heeft de mechanisatie en automatisering een zeer grote invloed gehad aangaande de hoeveelheid, frequentie en snelheid. De verspreiding van schriftelijke, gedrukte, getypte e. d. informatie, hetzij nuttig hetzij overvloedig, vindt heden ten dage met een ongekennde overvloed plaats, die mogelijk in de rijke landen binnen afzienbare tijd een verzadigingspunt zal bereiken.

Daarnaast heeft zich in de 20ste eeuw een intermediair voor snelle communicatie ontwikkeld door de gerichte toepassing van de elektrotechniek (elektronica). De telex voor schriftelijke vastlegging van onmiddellijke berichtgeving op grote schaal, de telefoon voor rechtstreeks persoonlijk contact en de radio en televisie voor particuliere en publieke informatie, deden hun intrede.

Thans ontwikkelt zich bovendien de z. g. visiefon voor het rechtstreeks persoonlijk contact. Hoewel dit contact (gelijktijdig auditief en visueel) gaat naderen tot de directe persoonlijke ontmoeting, zal het die ontmoeting nooit kunnen vervangen.

Zij, die menen dat dit wel tot de mogelijkheden behoort, vergeten dat de elektrische en elektronische intermediaire hulpmiddelen, hoe volmaakt ook, nimmer in staat zullen zijn de superieure waarde van de subtiele, wezenlijke menselijke ontmoeting te vervangen, zowel in het persoonlijke als in het zakelijke vlak. Hoewel het echter wel nodig is voor het persoonlijk communiceren met het toenemend gebruik van deze intermediaire hulpmiddelen terdege rekening te houden, zal men zich moeten realiseren, dat in de toekomst nog zeer grote aantallen mensen zich willen en zich moeten verplaatsen.

Wat de goederenbeweging betreft moet de gedachte gericht worden op het vervoeren van buitengewoon grote hoeveelheden, met zeer verschillende volumina.

Van 1960 af groeide de wereld in- en uitvoer met een trend, die het zesvoudige bedraagt van de groei van de wereldbevolking. Opvallend is bovendien de schaalvergroting van de transporteenheden, de wijziging van de transportmiddelen en de daarbij noodzakelijke aanpassing van de overladingsapparatuur en -methoden. Nadruk valt op het feit, dat de aan-, door- en afvoerwijzen van de totale goederenhoeveelheid van zeer verschillend karakter zijn.

Verder zij opgemerkt, dat het merendeel der goederen, hetzij bulk of stukgoed, in centra en havens moet worden samengebracht of van daar uit gedistribueerd. Als extra complicatie moet er daarbij aan gedacht worden, dat de grote massa's stukgoederen van verschillende omvang, vorm en gewicht zijn.

Voor cijfermateriaal kan verwezen worden naar het C. B. S., de Rijks Economische Voorlichtingsdienst en andere overheids- en particuliere instellingen.

Het bovenstaande samenvattend, zullen ondanks de groeiende mogelijkheden van het "indirecte" persoonlijke verkeer, de "directe" menselijke verplaatsingen nog sterk blijven toenemen, terwijl de goederenstroom zelfs zeer grote afmetingen zal gaan aannemen.

Ook wij in Nederland worden met deze problematiek geconfronteerd. Nog veel zal moeten gebeuren om aan de steeds groter wordende behoefte en noodzaak voor communicatie op doelmatige wijze te voldoen.

Het woord doelmatig is gevallen; het daagt uit te overdenken of dit begrip past bij de huidige gang van zaken bij de afwikkeling van het personen- en goederenverkeer, waarvan verder uitsluitend sprake zal zijn.

Tot nu toe hebben de verschillende verkeersactiviteiten zich met een enigermate beperkte vrijheid kunnen ontwikkelen onder "supervisie" van de overheid.

Het beginsel van particulier initiatief heeft veelal de stoot gegeven tot deze ontwikkeling en zal dit naar wij hopen blijven doen.

In de toekomst zal echter de verhouding tussen het particulier initiatief en de overheids-supervisie anders moeten worden; het zal blijken dat een intensieve samenwerking noodzakelijk zal zijn.

Het samengaan van deze beide activiteiten zal ongetwijfeld een gunstige wending kunnen geven aan het gemeenschappelijk streven om tot een optimale economische en technische afwikkeling van het verkeer te geraken.

Ter adstructie is het van belang te wijzen op het dualistische karakter van de voor die afwikkeling tot nu toe toegepaste verkeersmiddelen en wel in het kader van vervaardiging en van gebruik.

Wij zien het dynamisch verkeerstuig enerzijds, zich bewegende over de statische infrastructuur anderzijds. Het verkeerstuig wordt als regel door particuliere bedrijven en industrieën ontwikkeld en gefabriceerd, de infrastructuur daarentegen door de overheid, beter gezegd de overheden.

De verkeerstuigen-sector is in beginsel dynamisch en tracht op korte termijn de zeer uiteenlopende transportbehoeften van de gemeenschap te bevredigen. De instanties voor het beheer van de infrastructuur denken en handelen meer statisch; zij passen zich in het algemeen met bedachtzame zorg aan de dynamiek der verkeerstuigen-sector aan.

In dit verband valt nog op te merken, dat de ontwikkeling en fabricage van nieuwe typen voer-, vaar- en vliegtuigen wordt afgeremd, doordat de betreffende producenten ten dele of in het geheel niet te weten kunnen komen in hoeverre de overheden bereid of in staat zijn voor deze nieuwe vehikelen de bestaande infrastructuur te wijzigen of zo nodig nieuw in te richten.

Met uitzondering van de spoorwegen geschiedt de afwikkeling van de door de schrijvers behandelde verkeerssoorten geenszins als een gesloten organisch geheel.

Enerzijds is een aantal personen, groepen, bedrijven en ondernemingen bezig voer-, vaar- en vliegtuigen te doen voortbewegen of te parkeren, anderzijds is een aantal doende straten, wegen, havens, vlieg- en parkeervelden aan te leggen, te verzorgen en te beveiligen.

Daar komt nog bij, dat de technische en economische levensduur van verkeersmiddelen zeer verschillend is. Om de gedachten te bepalen kunnen we naast elkaar stellen: auto's 5 à 10 jaar, schepen en spoorwegmaterieel 20 à 40 jaar, vliegtuigen 10 à 20 jaar, terwijl de infrastructuur, nodig voor het verkeren van deze vehikelen een gebruiksduur van 50 à 100 jaar en langer kan worden toegedacht.

Als men deze gecompliceerde situatie in het oog vat, dan wordt het duidelijk, dat men - wederom met uitzondering van de spoorwegen - moeilijk kan spreken van een op elkaar afgestemde harmonische gang van zaken bij het fabriceren van verkeerstuigen en het inrichten van de infrastructuur.

Evenmin kan sprake zijn van een op de nationale economie gegronde doelmatige afwikkeling van het verkeer als samengebundelde activiteit. Bijvoorbeeld bij de procedure van de overgang van mens en goed van het ene op het andere vervoermiddel gaat in vele gevallen een overmaat aan tijd, geld en gerief verloren.

Vooropgesteld zij echter, dat alle betrokken personen, groepen, bedrijven, onderne-

mingen en instanties, zowel van particuliere als overheidszijde, heden ten dage datgene hebben te doen wat nodig is om het totale verkeersgebeuren naar beste weten zo goed mogelijk te laten verlopen. Het is onjuist, zoals wel voorkomt, de overheidsbemoeiing en het particulier initiatief als een tegenstelling te zien. Hoewel menselijke onvolmaaktheid deze tegenstelling wel eens aan den dag doet treden, behoort zij er in beginsel niet te zijn, zeker niet in de transport-sector, die voor het algemeen welzijn van zo groot belang is.

Dit neemt niet weg dat een gezonde wedijver tussen verschillend gerichte belangen stimulerend kan werken op de gang van zaken.

De concurrentie (wedijver) tussen de vele bij het verkeersbedrijf publieke en particuliere betrokkenen kon tot nu toe redelijk in een vrije competitie plaatsvinden, hoewel op sommige punten aan banden gelegd door de overheid.

Gelet op de in de toekomst zeer grote te transporteren hoeveelheden, zal deze vrijheid noodgedwongen moeten worden beperkt en zal een gerichte bemoeienis van de overheid nodig worden.

Conventionele vervoerswijzen zullen op sommige plaatsen moeten terugtreden, terwijl zij op andere plaatsen een vergroting van activiteit zichtbaar zullen moeten maken door gebruik van moderne middelen en methoden; geheel nieuwe vervoerswijzen zullen hun intrede doen en zich bij gebleken geschiktheid moeten ontwikkelen.

Niet meer onder "supervisie" maar onder "leiding" van de overheid, zal de vervoersbuit moeten worden verdeeld over de meest adequate transportmiddelen, zoals reeds meermalen gezegd: in het kader van hoeveelheid, snelheid, frequentie, geschiktheid en afstand. Dan kan de wedijver zich weder in fair play op de afgebakende gebieden voltrekken en zijn stimulerende werking voortzetten. Met grote ernst zal daarom moeten worden gestreefd naar een vervoersbeleid, waarbij alle aspecten van het verkeer in een harmonische samenwerking tot hun recht kunnen komen.

En nu doet de moeilijke vraag zich voor: hoe dat verkeersbeleid dan moet worden gevoerd?

De te verwachten "beweeglijke" groei van het verkeer en de "stabiele" beschikbare ruimte van land, stad en dorp, zullen het nodig maken dat de overheid in toenemende mate tot intensieve aanmoediging, begeleiding en ordening van de verschillende facetten van de verkeerssector overgaat.

De aanmoediging is nodig om de ondernemingen in de transportsector ertoe te bewegen, dat zij behalve de noodzakelijke vernieuwingen en moderniseringën ook nieuwe transportmethoden zullen gaan ontwikkelen. Daarvoor zullen zij een kostbare research moeten verrichten, zowel fundamenteel als toegepast; een research, die alleen dan op steun van de overheid kan rekenen, wanneer een voldoende zekerheid aanwezig is, dat de producten voortkomend uit die research op redelijke schaal toegepast zullen kunnen worden. Zou de overheid hier mentaal en materieel in gebreke blijven, dan wordt het moderniseren van bestaande verkeersmiddelen, alsook het ontwikkelen van nieuwe verkeerstypen en -methoden belemmerd en komt zeker niet snel genoeg van de grond. Van minstens even groot belang is het, dat de overheid zijn eigen diensten, afdelingen en bureaus aanmoedigt tot het houden van gelijke tred met de particuliere activiteiten in de verkeerssector, in het bijzonder met betrekking tot de modernisering van de infrastructuur.

De begeleiding en ordening zijn nodig om het spel der krachten in het verkeersgebeuren in evenwicht te houden.

Een ieder weet, dat er veel en zeer uiteenlopende belangen in dit spel meedoen, en ook dat voor een goede uitkomst spelregels nodig zijn, die volgens Huizinga volstrekt bindend en onbetwifelbaar moeten zijn.

Zo dienen ook verkeersactiviteiten geregeld te worden, en is toezicht daarop en begeleiding daarvan nodig; om te beginnen terwille van de veiligheid en om te eindigen ter vermindering van de verspilling.

De veiligheid behoort een der grondprincipes te zijn van elke verkeersactiviteit.

Bij het openbaar vervoer, waarbij een exploitant verantwoording draagt voor door hem te vervoeren mens en goed, heeft de verzorging van de veiligheid van den beginne af als eerste gebod gegolden.

Bij het particuliere transport door ondernemingen, bedrijven en belangengroepen, leeft het begrip veiligheid eveneens in ruime mate, gebaseerd op het aan het transporteren verbonden risico en het belang van de onderneming, het bedrijf, of groep dit risico zo klein mogelijk te doen zijn.

Hoewel ook bij de eigen persoonlijke vervoersactiviteit het klein houden van het transport-*risico* uit eigen belang als zinvol verondersteld mag worden, is de zorg voor de veiligheid hier door individuele karaktereigenschappen in veel mindere mate aanwezig.

Bij het als particulier deelnemen aan het verkeer, zoals zich dat als regel op weg en straat afspeelt, ondervindt men dagelijks, dat bij het zich voortbewegen het spelelement (de handigheid), de rivaliteit (de eerste willen zijn) en zelfs de agressie (offensieve, dikwijls destructieve, geldingsdrang) de menselijke geest beïnvloeden, resulterend in slechte verkeershandelingen met ernstige, zo niet onherstelbare gevolgen.

Gelet op deze zeer verschillende aspecten ten aanzien van beschouwing en toepassing van de verkeersveiligheid is het duidelijk, dat toezicht op en begeleiding van alle verkeersactiviteiten een eerste noodzaak is. Het zou waardevol kunnen zijn na te gaan aan welke maatstaven de veiligheid bij de verschillende verkeerssoorten is onderworpen. Daaruit zou vergelijkenderwijs kunnen worden geconcludeerd wat ter zake al of niet moet worden gedaan ter verbetering en harmonisering van de veiligheidseisen.

Als ander belangrijk punt werd genoemd de verspilling van krachten, tijd en geld.

De onvolmaaktheid van het gecompliceerde totale verkeersstelsel en de belemmerende factoren, die het gevolg zijn van gebrek aan ordening en coördinatie, staan een optimaal economisch gebruik van de verschillende verkeersmiddelen in de weg.

Het zeer grote aantal verkeersdeelnemers en bevrachters tracht zich zelf en het goed zo snel, goedkoop en gemakkelijk mogelijk te verplaatsen of te doen verplaatsen over een bepaalde afstand. Al deze verplaatsingen behoeven energie en mankracht, en kosten tijd, geld en moeite.

De verkeersdeelnemer en bevrachter zal bij zijn vrije keuze van de hem meest passende vervoerswijze (een keuze, die wij hem toch in beginsel moeten gunnen) dikwijls voor het feit geplaatst worden, dat de in geld goedkoopste weg toch niet de voordeligste voor hem is. In vele gevallen zal het voordeel aan tijd en gemak voor het transport over een aangewezen afstand, voor hem meer waard zijn dan de in direct geld verkregen winst.

Wat echter bij vrije keuze door de gebruiker micro-economisch gezien voor hem het meest voordelig is, zal macro-economisch geenszins het geval behoeven te zijn. Het is namelijk zeer de vraag of het algemeen belang en de nationale welvaart met deze begrijpelijk eenzijdig bekeken keuze gediend zijn.

Dit is een probleem, waarvan de strekking ook in de voorgaande artikelen telkens naar voren kwam en dat bijna onoplosbaar schijnt door de veelheid van bij de oplossing betrokken variabele factoren.

Wij zullen dit moeilijke vraagstuk echter niet uit de weg mogen gaan; een gezamenlijke gecoördineerde aanpak van onderzoek zal nodig zijn voor het verkrijgen van een minder grote verspilling van krachten, tijd en geld dan thans het geval is.

BESLUIT

Deze nabeschuiving werd geïnspireerd door de gedachten, die de verschillende schrijvers in hun artikelen hebben uitgesproken over de toekomstige mogelijkheden van de transportindustrie.

Uitgaande van de noodzaak van een goede communicatie tussen mensen en mensengroepen en van het daartoe vereiste transport van goederen, zal men in de toekomst rekening moeten houden met een sterke groei van het "menselijk verkeer" en met een zeer sterke toename van de "goederenbeweging".

Het op doeltreffende wijze regelen van dit verkeer en van deze beweging eist ook hier: waarnemen, denken en doen.

Vele vraagstukken, tot zeer verschillende vakgebieden behorend, doemen daarbij op, in het bijzonder op sociologisch, economisch en technologisch gebied.

Studie en onderzoek, over de gehele scala van vervoers- en verkeersvraagstukken, zijn dringend gewenst. Het is daarom verheugend dat de Stichting Toekomstbeeld der Techniek bereid is, ten aanzien van de problemen van technisch-economische aard, dit studeren en onderzoeken te stimuleren.

Op dit terrein liggen een groot aantal vragen die moeten worden beantwoord, wil het overbrengen van mens, goed en bericht en het afwikkelen van dit verkeer, zo doeltreffend en economisch mogelijk geschieden. Allereerst treden de volgende principiële vragen naar voren:

1. Op welke wijze zullen de vijf verkeersmiddelen, die in dit geschrift worden behandeld, in de toekomst hun specifieke taak moeten en kunnen vervullen als onderdeel der communicatie in algemene zin.
2. Welke soorten verkeerstuig met bijbehorende infrastructuur zullen daarvoor beschikbaar zijn en welke moeten nog worden ontwikkeld, zulks in verband met de bevolkingsdichtheid en de aanwezige ruimte, en de beschikbare geldmiddelen.
3. In hoeverre en op welke wijze zal deze vervoerstaak kunnen worden volbracht, gelet op de vele factoren die het verkeersgebeuren beïnvloeden, als daar zijn: beschikbaarheid en geschiktheid van de verkeersmiddelen, snelheid, frequentie, veiligheid, zekerheid van aankomst op een bepaalde tijd en kosten.
4. Welke combinatie van deze factoren zal voorrang hebben bij de keuze van een vervoermiddel, een keuze die overigens moet zijn afgestemd op de aard van de te transporteren stof (o. a. de mens), de hoeveelheid daarvan en de te overbruggen afstand.
5. Wat zal de relatie van de vijf verkeerssoorten onderling zijn en wat de relatie tot andere communicatie- en vervoermiddelen, dit met het oog op de optimale technisch-economische verdeling van de te transporteren hoeveelheden. In het bijzonder moet daarbij aandacht worden geschonken aan de overgangprocedure van mens en goed van het ene op het andere middel van vervoer.
6. In hoeverre en op welke wijze kan door samenwerking van het openbare- en het particuliere vervoer in technisch-economische zin een bundeling van krachten in de transportsector worden bereikt, die is afgestemd op het vervoerspatroon in zijn totaliteit.

Door het stimuleren van studies, die zowel de grote lijnen als de details behandelen van bovenstaande en andere vragen, zal door de Stichting Toekomstbeeld der Techniek een positieve bijdrage kunnen worden gegeven aan de oplossing van de vele problemen, die zich zowel nationaal als internationaal in deze bijzonder gecompliceerde materie voordoen.

Overzicht van verschenen Stichtingspublicaties

- | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|
| 1. Toekomstbeeld der Techniek;
ir. J. Smit, 1968 | uitverkocht | |
| 2. Techniek en Toekomstbeeld,
Telecommunicatie in telescopisch beeld;
prof. dr. ir. R.M.M. Oberman, 1968 | uitverkocht | |
| 3. Verkeersmiddelen;
prof. ir. J.L.A. Cuperus en anderen, 1968 | f 10,— | |
| 4. Hoe komt een beleidsvisie tot stand?
ir. P.H. Bosboom, 1969 | f 4,— | |
| 5. De overgangprocedure in het verkeer;
diverse auteurs, 1969 | f 12,— | |
| 6. De invloed van goedkope elektrische
energie op de technische ontwikkeling in
Nederland;
dr. P.J. van Duin, 1971 | f 5,— | |
| 7. Electrical energy needs and environmental
problems, now and in the future;
diverse auteurs, 1971 | f 12,— | |
| 8. Mens en milieu: prioriteiten en keuze;
diverse auteurs, 1971 | f 17,— | |
| 9. Het voeden van Nederland;
diverse auteurs, 1971 | f 12,— | |
| 10. Barge Carriers: some technical, economic
and legal aspects;
drs. W. Cordia, mr. G.J.W. de Vries en ir.
N. Wijnolst, 1972 | f 20,— | |
| 11. Transmissiesystemen voor elektrische
energie in Nederland;
prof. dr. J.J. Went, ir. A. Govers, drs.
M.C. Lelie en prof. ir. H. Wiggerts, 1972 | f 12,— | |
| 12. Elektriciteit in onze toekomstige energie-
voorziening: mogelijkheden en conse-
quenties;
dr. ir. H. Hoog, ir. P.J. Wemelsfelder,
prof. ir. D.G.H. Latzko, dr. D.J. Kroon en
prof. ir. J.J. Broeze, 1972 | f 15,— | |
| 13. Communicatiestad 1985: elektronische
communicatie met huis en bedrijf;
prof. dr. ir. J.L. Bordewijk e.a., ir. D. van
den Berg, dr. W. Horn, 1973 | f 16,— | |
| 14. Techniek en preventief gezondheidson-
derzoek; dr. M.J. Hartgerink, dr. H.H.W.
Hogerzeil, prof. dr. ir. P. Eykhoff, prof. dr.
J.C.M. Hattinga Verschure, prof. dr.
H.J.J. Leenen, dr. P. Gootjes, prof. dr.
A.H. Wiebenga, ir. D.H. Bekkering, 1973 | f 18,— | |
| 15. Technologisch verkennen: doelstellingen
en methoden;
ir. A. van der Lee, drs. Th.M.A.
Bemelmans en dr. ir. W.J. Beek, 1973 | f 24,— | |
| 16. Mens en milieu: beheerste groei;
diverse auteurs, 1973 | f 20,— | |
| 17. Mens en milieu: zorg voor zuivere lucht;
diverse auteurs, 1973 | f 20,— | |
| 18. Mens en milieu: kringloop van materie;
diverse auteurs, 1973 | f 20,— | |
| 19. Energy Conservation: Ways and Means;
edited by J.A. Over and A.C. Sjoerdsma,
1974 | f 34,— | |
| 20. Voedsel voor allen, plaats en rol van de
EEG;
prof. dr. J. Tinbergen, prof. dr. ir. J. de
Hoogh, dr. J.R. Jensma, prof. drs. J. de
Veer, ir. I.B. Warmenhoven, dr. ir. A.W.G.
Koppejan, ir. K.K. Vervelde, dr. ir. W.J.
Beek, 1976 | f 35,— | |
| 21. Stedelijk verkeer en vervoer langs nieuwe
banen?
Redactie: ir. J. Overeem, 1976 | f 48,— | |
| 22. Materialen voor onze Samenleving;
Redactie: ir. J.A. Over, 1976 | f 46,— | |

De publicaties kunnen worden besteld door overmaking van het aangegeven bedrag op postgironummer 1609900 van de Stichting te 's-Gravenhage, onder vermelding van het nummer van de gewenste publicatie. Publicaties kunnen ook tegen contante betaling worden afgehaald van het kantoor van de Stichting, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage. In dat geval wordt een korting van f 3,— per publicatie verleend.

Gedrukt door Mouton & Co B.V., Den Haag

T
T