



Review

van de

Parlementaire Enquête Vliegramp Bijlmermeer

met

de werkelijke toedracht van het ongeval

2 juni 2025

Harry Horlings

Graduate FTE USAF Test Pilot School

AvioConsult

Abstract

Op 4 oktober 1992 verloor een Boeing 747-258 met registratie 4X-AXG kort na de start twee motoren van de rechtervleugel. Het vliegtuig keerde terug richting Schiphol, maar tijdens een tweede bocht om hoogte kwijt te raken en om recht voor de landingsbaan uit te komen voor de eindnadering om te landen, stortte het neer in de Bijlmermeer.

Na het ongevalonderzoek door de Raad voor de Luchtvaart bleek dat vele vragen over het ongeval naar de mening van bewoners en hulpverleners van de ramp niet afdoende werden beantwoord, waarop de Tweede Kamer der Staten-Generaal besloot tot een parlementaire enquête, waarvan het doel was de waarheid over de vliegramp vast te stellen en tevens lessen te trekken voor de toekomst. Tijdens deze enquête werden getuigen en deskundigen gehoord, maar door het gebrek aan kennis van vliegtuigen werd de werkelijke waarheid over de toedracht niet vastgesteld, en werden geen (vlieg)lessen voor de toekomst getrokken. Deze review, die zich beperkt tot de vlucht vanaf de start tot aan het ongeval, plaatst opmerkingen bij vragen van de enquêteurs en bij antwoorden van getuigen en deskundigen, en legt uit waarom die onjuist zijn. De werkelijke oorzaak van het ongeval wordt verklaard, en er worden lessen getrokken. Het blijkt dat het ongevalonderzoek onvolledig was en dat luchtwaardigheidsvoorschriften en het toezicht op vliegtuighandboeken en op vliegopleidingen tekortschieten, door verloren gegane kennis. Ook wordt aangetoond dat een parlementaire enquête moet worden uitgevoerd door ter zake kundigen.

Colophon

Versiedatum 2025-06-02.

De meest recente versie van deze review met werkende links kan worden gedownload van de Nederlandstalige Downloadpagina van de website van AvioConsult: <https://www.avioconsult.com/downloads-nl.htm>.

Harry Horlings is Officier in de Orde van Oranje-Nassau, Luitenant-kolonel b.d. van de Koninklijke Luchtmacht, ingenieur, graduate Flight Test Engineer van de USAF Test Pilot School (1985), voormalig Hoofd van de Afdeling Operationele Research en Evaluatie van de Luchtmachtstaf en ervaren privévlieger. Zijn werknaam is AvioConsult, e-mail: horlings@avioconsult.com, website: <https://www.avioconsult.com>.

AvioConsult is een onafhankelijke vliegtuigexpert en consultant. Algemene voorwaarden zijn van toepassing en worden op aanvraag toegezonden.

Inhoudsopgave

Refertes	4
1. Samenvatting	5
2. Inleiding tot de review	8
3. Verhoor 15, de heer K., luchtverkeersleider	8
4. Verhoor 16, de heer G., verkeersvlieger	10
5. Verhoor 17, de heer E., ongevallenonderzoeker	40
6. Verhoor 25, de heer W., vooronderzoeker	41
7. Verhoor 26, de heer M., verkeersvlieger, onderzoeker en lid Raad voor de Luchtvaart	45
8. Eindrapport Parlementaire Enquête Vliegcramp Bijlmermeer	50
9. Conclusies deze review	54
10. Conclusies parlementaire enquête	56
11. De oorzaak van het ongeval	58
12. Aanbevelingen	58
Lijst van afkortingen	61

Lijst van figuren

Figuur 1. FDR Engine Pressure Ratio (EPR) data (links) en altitude data with climb performance (Ref. G, Fig. 9 en 10, bron: NLR)	11
Figuur 2. Dwarskrachten in earth-fixed coordinate system.	15
Figuur 3. Dwarskrachten in body- fixed coordinate system tijdens linker- en rechterbocht (niet exact op schaal).	16
Figuur 4. Predicted effect of bank angle on V_{MCA2} during equilibrium flight, 4-engine turbojet B707 class, Sea Level, max. thrust, engines #1 and #2 inoperative, low and high weight (spiegel de figuur voor El Al Boeing 747).	19
Figuur 5. V_{MCA} tabel DC-8-50 uit KLM Flight Crew Reference Guide, 1978.	20
Figuur 6. Toename lift door leading-edge flaps bij grote invalshoek (bij lage snelheid).	23

Refertes

- A. *Aircraft Accident Report 92-11*, NASB, El Al flight 1862, Oct. 4, 1992. https://asn.flightsafety.org/reports/1992/19921004_B742_4X-AXG.pdf.
- B. *Enquête vliegramp Bijlmermeer*, kamerstuk 26 241 Nr. 9, Eindrapport, in twee delen A (§ 1 – 3) en B (§ 4 – 8), <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-26241-9A.pdf> en <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-26241-9B.pdf>. Alle dossierstukken: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/26241>.
- C. *Airplane Design, Stability and Control*, Prof. Dr. Ir. Jan Roskam†, Kansas University. Zijn achtdelige Airplane Design serie boeken staat in de bibliotheek van TU Delft, en wordt aangeboden op https://shop.darcorp.com/index.php?route=product/product&product_id=59.
- D. *Dictaat Vliegeigenschappen I Deel B*, Prof. Dr. Ir. O.H. Gerlach, feb. 1968, § 7.4.4, [https://www.avioconsult.com/downloads/Dictaat Gerlach met notes.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Dictaat_Gerlach_met_notes.pdf).
- E. *US Federal Aviation Regulations 23 & 25*. EU equivalent: EASA Certification Specifications *CS-23 & 25*.
- F. *FAA Advisory Circular 25-7D*, Flight Test Guide Part 25 Airplanes (Controllability and Maneuverability, including V_{MCA} flight testing in § 5.4), https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/25-7D.pdf.
- G. *Controllability of a Boeing 747-258F After Separation of Two Engines*, AvioConsult - Harry Horlings, 13 maart 2025, [https://www.avioconsult.com/downloads/Controllability of a Boeing 747 after loss of two engines.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Controllability_of_a_Boeing_747_after_loss_of_two_engines.pdf).
- H. *Enquête vliegramp Bijlmermeer*, kamerstuk 26 241 Nr. 11A, Verhoren 1 t/m 39. https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j4nvgs5kij27kof_j9vvij5epmj1ey0/vi3ahg5m0vx6/f=/kst33821_1.pdf.
- I. *Type Certificate Data Sheet A20WE, III – 747-200F*, Model 747-258F, Eligible Serial Number 21737, <https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/DRSDOCID110620563720230316163910.0001>.
- J. *Effect of Bank Angle and Weight on V_{MCA}* , AvioConsult, 2007, Download 6, [https://www.avioconsult.com/downloads/Effect of Bank Angle and Weight on \$V_{mca}\$.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Effect_of_Bank_Angle_and_Weight_on_Vmca.pdf).
- K. *British Caledonian Boeing 747-200 Operations Manual*, 02.30.02 BR-9, Two engines inoperative landing, https://drive.google.com/drive/folders/1IPtLCxSB5GMRDNlXmCcQcf9_cg8yRa7d.
- L. *Airplane Control and Analysis of Accidents after Engine Failure*, AvioConsult. Download 3: [https://www.avioconsult.com/downloads/Airplane Control and Analysis of Accidents after Engine Failure.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Airplane_Control_and_Analysis_of_Accidents_after_Engine_Failure.pdf).
- M. *Safety-Critical Procedure Development Requires High Level Multi-Disciplinary Knowledge*, [https://www.avioconsult.com/downloads/Safety-critical Procedure Development.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Safety-critical_Procedure_Development.pdf). The 30 min. presentation was recorded on video, view [here](#). A pdf with the PowerPoint slides can also be downloaded from SKYbrary [here](#).
- N. *Imperfections and Deficiencies in FAA and EASA Regulations*, 2005, AvioConsult, [https://www.avioconsult.com/downloads/Imperfections FAR & EASA CS 23 & 25 by AvioConsult.pdf](https://www.avioconsult.com/downloads/Imperfections_FAR_&_EASA_CS_23_&_25_by_AvioConsult.pdf).

1. Samenvattende Inleiding

- 1.1. Op 4 oktober 1992 verloor een Boeing 747-258 met registratie 4X-AXG kort na de start twee motoren van de rechtervleugel. Het vliegtuig keerde vrijwel direct terug richting Schiphol, maar tijdens een tweede bocht om hoogte kwijt te raken en om recht voor de landingsbaan uit te komen voor de eindnadering, stortte het neer in de Bijlmermeer.
- 1.2. Na het ongevallenonderzoek door Bureau Vooronderzoek en de Raad voor de Luchtvaart (Ref. A) bleek dat vele vragen over het ongeval naar de mening van bewoners en hulpverleners van de ramp niet afdoende werden beantwoord, waarop de Tweede Kamer der Staten-Generaal besloot tot een parlementaire enquête, waarvan het doel was de waarheid over de vliegcrash vast te stellen en tevens lessen te trekken voor de toekomst (Ref. B).
- 1.3. Velen werden gehoord, waaronder een verkeersleider (verhoor 15), verkeersvliegers (verhoren 16 en 26) en ongevallenonderzoekers (verhoren 17 en 25). Na kennisname van deze verhooren werd duidelijk dat de verhoorde vliegers en de ongevallenonderzoekers engineering kennis tekortschoten over het vliegen met uitgevallen motoren om de gestelde vragen correct te beantwoorden, wat niet werd opgemerkt door de Enquêtecommissie omdat zij die kennis ook niet hadden. Daardoor droegen deze getuigen niet bij aan waarheidsvinding en kon de Commissie geen lessen trekken voor de toekomst. De belangrijkste tekortkomingen zijn in deze review beschreven, niet alleen om te bewerkstelligen dat er in de toekomst meer competente getuigen en enquêteurs worden ingezet voor waarheidsvinding, maar ook om de werkelijke oorzaak van de Bijlmerramp alsnog te kunnen constateren en de juiste lessen te trekken. Dit is hard nodig, omdat wereldwijd nog steeds zeer regelmatig ongevallen na motorstoring gebeuren waarbij vele slachtoffers vallen, wat had kunnen worden voorkomen met betere luchtwaardigheids- en vliegvoorschriften, en met betere vliegtuig- en lesboeken en vliegopleidingen, want daarin schuilt het venijn.
- 1.4. Deze review werd geschreven door Luitenant-kolonel b.d. Ing. Harry Horlings, voormalig Hoofd van de Afdeling Operationele Research en Evaluatie van de Koninklijke Luchtmacht, en 'graduate flight test engineer' van de USAF Test Pilot School (TPS, 1985), waarvoor de toelatingseis een MSc, of een BSc in engineering en een toelatingsexamen was. Zijn werknaam is AvioConsult. Test pilot schools in de VS, UK en FR bieden éénjarige opleidingen tot experimenteel testvlieger en 'flight test engineer' op het allerhoogste beschikbare niveau voor reeds zeer ervaren vliegers en ingenieurs. Test pilot schools werden al tijdens en na de 2^e Wereldoorlog opgericht door de USA, UK en FR nadat tijdens vliegproeven vele prototypen van vliegtuigen met hun bemanning verloren gingen door gebrek aan adequate engineering kennis bij de vliegers. 'Graduates' van test pilot schools beschikken over de engineering kennis, vliegervaring en bevoegdheid om experimentele vliegproeven met vliegtuigen te kunnen en mogen uitvoeren. Hiertoe behoort ook het uitvoeren van vliegproeven met vliegtuigen waarvan motoren zijn uitgezet, om vlieglimieten te bepalen en om de vliegeigenschappen met uitgevallen motoren te beoordelen tijdens de start, de vlucht, de nadering en de landing. Zij verliezen de bestuurbaarheid van een vliegtuig niet omdat zij kennis van zaken hebben op toereikend hoog niveau. Deze kennis is uiteraard ook zeer goed bruikbaar voor het analyseren van ongevallen.
- 1.5. Deze review beperkt zich grotendeels tot de gebeurtenissen en vliegeigenschappen vanaf het moment dat de motoren van de vleugel zijn afgevallen tot aan de crash. De commentaren hieronder zijn niet persoonlijk bedoeld (reden waarom initialen zijn gebruikt), maar om aan te geven dat zeer ervaren verkeersvliegers en onderzoekers niet vanzelfsprekend ook deskundig zijn op het gebied van het beoordelen van vliegeigenschappen van meermotorige vliegtuigen na motoruitval. Dat kan ook helemaal niet van vliegers worden verwacht, want de vereiste vooropleiding van een aspirant verkeersvlieger is middelbare school met wis- en natuurkunde in het examenpakket; een technische hbo-opleiding is zelfs niet nodig. De vliegopleiding is gericht op het bedienen van een vliegtuig, niet op het ontwerpen ervan, en ook niet op het onderzoeken van de vliegeigenschappen van een verongelukt vliegtuig. Daarvoor is uitgebreide engineering- en vliegekennis nodig op hoog, academisch niveau.

1.6. De onderzoekers van de Bijlmerramp hadden die kennis helaas ook niet en kwamen niet tot waarheidsvinding en tot het trekken van de juiste lessen op het gebied van de bestuurbaarheid van vliegtuigen na motoruitval, want enkele jaren later gebeurden in Nederland opnieuw meerdere van zulke ongevallen (Saab SF-340 op Schiphol 1994, een Dakota DC-3 in de Waddenzee in 1996, een Hercules op Eindhoven in 1996, een PA-44 bij Kampen in 2002, een BN-2 bij Bonaire in 2009), en zelfs meer dan 400 soortgelijke ongevallen in de afgelopen 25 jaar in andere landen waarbij meer dan 4000 slachtoffers te betreuren waren. De onderzoeken daarvan leidden niet tot het verhogen van de veiligheid. Daarom begon Horlings aan een eigen onderzoek naar de werkelijke oorzaak, gebruikmakend van zijn kennis op het gebied van het beproeven van vliegtuigen. Het bleek al snel dat de vliegtuighandboeken (Airplane Flight Manuals) en de lesboeken van vliegscholen de door de vliegtuigontwerpers bij het dimensioneren van de stuurvlakken toegepaste vliegbeperkingen na motoruitval, die in luchtwaardigheidsvoorschriften zijn toegestaan, helemaal niet of slechts beperkt weergaven, en dat de vliegers die vliegbeperkingen dus óf niet kenden, óf niet correct interpreterden en diensgevolg niet correct omgingen met hun vliegtuig na het gedeeltelijk verlies van motorvermogen, en daardoor verongelukten.

1.7. Daarom schreef hij meerdere lesdictaten, papers en talloze reviews van ongevallen na motorstoring, gebruikmakend van zijn aan de test pilot school opgedane kennis¹, van collegedictaten van de Nederlandse Professor Dr. Ir. Jan Roskam van de Kansas University (Ref. C), van Prof. Dr. O.H. Gerlach van TUDelft (Ref. D) en van civiele Europese en Amerikaanse luchtvaartvoorschriften (ref. E), en publiceerde deze op zijn website², presenteerde sinds het jaar 2000 lezingen over dit onderwerp in binnen- en buitenland voor meerdere (vliegveiligheids-) organisaties, en schreef fabrikanten, overheden, ongevallenonderzoekers en vliegscholen aan. Door de OVV werd hij uitgenodigd om op 16 feb. 2006 een lezing over het onderwerp te verzorgen. Ook sprak hij bij het toenmalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat in 2007 met een testvlieger en een ambtenaar, maar zij waren blijkbaar niet goed op de hoogte van de door overheden voorgeschreven luchtwaardigheidsvoorschriften en van de door experimenteel testvliegers toegepaste en door de FAA voorgeschreven 'flight test techniques' (Ref. F). Ook een bekende vliegschool in Nederland en internationale organisaties zijn dat niet meer, omdat kennis verloren is gegaan. Velen, inclusief verkeersvliegers, ongevallenonderzoekers en zelfs juristen bij de OVV, denken alles van vliegtuigen te weten, maar ze beseffen niet dat hun 'field of vision' beperkt is, zoals filosoof Arthur Schopenhauer al in de 18^e eeuw schreef: *"Every man takes the limits of his own field of vision for the limits of the world"*. Filosoof Jean-Jacques Rousseau verwoordde dit als volgt: *"men verdwaalt niet omdat men niet weet, maar omdat men denkt te weten"*.

Ondanks tegenwerking en onbegrip van minder hoog, of in het geheel niet luchtvaart-opgeleiden (de verdwaalden), zette Horlings door, want de vraag bleef knagen waarom ongevallen na motorstoring nog steeds gebeuren en vaak een fatale afloop hebben, terwijl vliegtuigen terdege zijn beproefd, waarbij ook bewust motoren worden uitgezet om de vliegeigenschappen te beoordelen en om snelheidslimieten vast te stellen, en om vooral de vraag te beantwoorden waarom vliegers niet meer goed leren hoe zij moeten omgaan met hun vliegtuig na motoruitval.

Ook bleef de vraag waarom ongevallenonderzoekers niet (meer) blijken te weten of begrijpen wat de luchtwaardigheidsvoorschriften van FAA en EASA in FAR/CS § 25.149 (Ref. E) voorschrijven over de bestuurbaarheid van vliegtuigen na motorstoring. Van de 400 door Horlings gereviewde rapporten van ongeval na motorstoring van ongevallenonderzoekers van over de hele wereld was er niet één die correct refereerde naar de luchtwaardigheidsvoorschriften en verwees naar de vlieglimieten en -beperkingen die het gevolg zijn van de in die voorschriften toegestane beperkte grootte van richtings- en rolroeren, wat gevolgen heeft voor de bestuurbaarheid na motoruitval. Ook vond hij maar één vliegtuigfabrikant die de beperkingen van het vliegen met uitgevallen motor(en) correct beschreef, te weten Lockheed in de handboeken van de C-130 Hercules en van de Electra.

Horlings vond het zijn burgerplicht om de op kosten van de belastingbetaler verworven kennis

¹ Zie de 'Links Page' op website <https://www.avioconsult.com> voor 'links' naar, en het downloaden van TPS-lesdictaten.

² <https://www.avioconsult.com> op de Downloads, Accidents, en Links Pagina's.

tijdens de meer dan fl. 600.000 kostende opleiding aan de test pilot school in 1985 aan te wenden om dit onderzoek te doen en genoemde bijdragen te leveren. Hij werd voor deze jarenlange vrijwillige en onbezoldigde inspanningen gericht op het verhogen van de veiligheid van de internationale luchtvaart, alsmede voor zijn onderzoek naar de werkelijke oorzaak van de Faro ramp, in 2022 door Zijne Majesteit de Koning benoemd tot Officier in de Orde van Oranje-Nassau, hetgeen ook een stimulans was om door te gaan. In de loop der jaren zag hij fouten in een TV serie over de Bijlmer-ramp, in wetenschappelijke studies en in rapporten, waarmee de veiligheid niet gediend is. Bij ongevallen na motorstoring vallen nog steeds te veel slachtoffers.

1.8. Een uitgebreide analyse van de bestuurbaarheid van de El Al Boeing 747 na het verlies van twee motoren, inclusief aanbevelingen voor de verbetering van de hierboven genoemde tekortkomingen, is beschreven in het rapport *Controllability of a Boeing 747-258F After Separation of Two Engines* (Ref. G). Daaruit blijkt dat ook de vliegers van dat vliegtuig niet op de hoogte waren van een uitermate belangrijke voorwaarde voor het behoud van bestuurbaarheid wanneer één of meer motoren zijn uitgevallen, namelijk dat geen volgas moet worden gegeven tijdens bochten, maar alleen tijdens een rechtlijnige vlucht. Ook wordt duidelijk gemaakt dat het in de vliegtuighand- en lesboeken ontbreekt aan duidelijke regels met betrekking tot het vliegen met uitgevallen motoren door verkeerde interpretatie van luchtwaardigheidsvoorschriften door vliegers en hun instructeurs, met als gevolg fatale ongevallen na motorstoring die, aangezien ongevallenonderzoekers ook kennis ontberen, niet worden voorkomen. Er is sprake van ontbrekende of vergeten engineering kennis, oftewel van kennisarmoede, bij vliegers en ongevallenonderzoekers, wat is ontstaan in de afgelopen 40 – 50 jaar en met oude handboeken kan worden aangetoond.

1.9. Uit ervaring is bekend dat velen de uitleg in deze review niet zullen geloven, zij hebben er nooit van gehoord, en het kan daarom niet waar zijn. Op hun niveau kan dit kloppen; ze hebben waarschijnlijk niet een (vlieg)opleiding op academisch (MSc) niveau gevolgd. Hun 'field of vision' is beperkt, zij zijn door onjuiste aanwijzingen, ideeën en mythes verdwaald. Het kennisniveau op het gebied van 'aeronautical engineering' van vele vliegers en ongevallenonderzoekers is helaas niet (meer) toereikend om de vliegeigenschappen van vliegtuigen na uitval van motoren te begrijpen en te beoordelen. Juist daarom werden test pilot schools opgericht, zoals hierboven al genoemd. Ter onderbouwing zijn in deze review refertes genoemd waaruit belangstellenden aanvullende theorie en praktijk van het vliegen met uitgevallen motoren kunnen verkrijgen, waaronder de collegedictaten van een tweetal test pilot schools. Ook wordt in Ref. G, § 3 het vliegen met uitgevallen motoren uitgebreid behandeld. Niets in deze review is nieuw bedacht, maar al vele jaren standaard leerstof op test pilot schools en op luchtvaartuniversiteiten, kennis die aan vele vliegers wordt onthouden.

1.10. Nabestaanden van slachtoffers van een ongeval willen precies weten wat er is gebeurd, omdat dit onontbeerlijk is voor de rouwverwerking. De waarheid over de toedracht, de oorzaak van de Bijlmer-ramp werd tijdens het onderzoek door de Commissie van onderzoek en de Raad van de Luchtvaart al niet vastgesteld, en dat gebeurde ook niet tijdens de parlementaire enquête. De conclusie over de oorzaak van het ongeval, het selecteren van de flaps³, was feitelijk onjuist. Er werden helaas ook niet de juiste lessen getrokken over het veilig vliegen met uitgevallen motoren voor een veiliger toekomst, eveneens door de onjuiste verklaringen van minder kennisrijke getuigen. Wellicht dat dit alsnog gebeurt naar aanleiding van deze review en van het rapport in Ref. G.

1.11. De waarheid over de werkelijke oorzaak van ongevallen na motorstoring is niet altijd welkom, omdat het gênant kan zijn voor de betrokken onderzoekers. Maar ooit zal die waarheid worden geaccepteerd, zeker als men zich realiseert dat het verschrikkelijk is om óf zelf om het leven te komen, óf een geliefde te verliezen tijdens een ongeval dat eenvoudig had kunnen worden voorkomen als de vliegers wél over de benodigde kennis hadden beschikt, evenals de onderzoekers van eerdere ongevallen. Vliegers willen zelf ook die kennis, want zij willen 's avonds ook gezond naar huis, onderzoekers eveneens in het geval zij passagier zijn. Kennisarmoede, dat wil zeggen het

³ Lift-verhogende kleppen aan de voor- en achterranden van vleugels, om op lage snelheid te kunnen landen.

gebrek aan, of verloren gegane kennis, kost wereldwijd nog steeds veel levens en veroorzaakt langdurig leed. Daar kan en moet iets aan worden gedaan.

2. Inleiding tot de review

2.1. De Enquêtecommissie

2.1.1. De samenstelling van de Commissie staat in Kamerstuk 26 241, Nr. 9 (Ref. B, Deel A, pag. 19). De voorzitter was Th.A.M. Meijer, de leden de heer R.H. Oudkerk (ondervoorzitter, PvdA), de heer M. van den Doel (VVD), mevrouw M.J. Augusteijn-Esser (D66), en mevrouw T. Oedayraj Singh Varma (GroenLinks). Een vliegtuigbouwkundig ingenieur van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR), gespecialiseerd in veiligheidsstudies en ongevallenonderzoek, was een van de aan de Commissie toegewezen onderzoekers.

2.1.2. De Enquêtecommissie onderzocht de toedracht en de gevolgen van de vliegramp op 4 oktober 1992 in de Bijlmer te Amsterdam, met als doel waarheidsvinding en het trekken van lessen voor de toekomst.

2.2. De door de voorzitter opgeroepen personen moesten voorafgaand aan het verhoor de eed of belofte afleggen. Zoals uit de Wet op de parlementaire enquête, artikel 13, blijkt is er een verschil tussen de af te leggen eed of belofte voor getuigen en voor deskundigen. Een getuige legt de eed of de belofte af dat hij de gehele waarheid en niets dan de waarheid zal zeggen, maar een deskundige dat hij zijn verslag onpartijdig en naar beste weten zal uitbrengen. Nergens staat dat de deskundigheid van op te roepen personen moet worden vastgesteld of getoetst. Een voorgesprek is mogelijk, maar het is niet bekend of die zijn gehouden. Niet alle verhoorde personen waren getuigen, toch hebben allen de getuigen-eed afgelegd.

2.3. Deze review

2.3.1. Deze review richt zich op de toedracht van het ongeval, niet op de gevolgen ervan. Waarom gebeurde het ongeval, en wat kan er worden gedaan om ongevallen na uitval van motoren in de toekomst te voorkomen. In deze review worden alleen de in § 1.3 hierboven genoemde verhoren uit Ref. H beoordeeld omdat die verband houden met het onderzoeken van vliegeigenschappen van de na het verlies van twee motoren gehavende Boeing 747. Deze verhoren hadden moeten bijdragen aan waarheidsvinding en het trekken van lessen voor de toekomst over het vliegen met uitgevallen motoren, maar deden dat niet. In de verhoren zijn de paragrafen niet genummerd, daarom is een enkel paginanummer vermeld, en worden de vragen van de Enquêtecommissie evenals de gegeven antwoorden herhaald, waarna behalve feitelijke informatie ook onderbouwde uitleg wordt gegeven en conclusies getrokken, niet op basis van meningen, maar gebruikmakend van objectieve data en van op test pilot schools en luchtvaartuniversiteiten gedoeerde kennis.

2.3.2. De volgorde van de verhoren in Ref. H werd gevolgd. Gelijkluidende vragen werden aan meerdere getuigen gesteld, sommige antwoorden en uitleg komen daarom ook vaker terug.

3. Verhoor 15, de heer K., luchtverkeersleider

3.1. Dit hoofdstuk behandelt verhoor 15 in Ref. H, pag. 155, van luchtverkeersleider K. op 3 feb. 1999, maar beperkt zich tot de afgelegde route van het vliegtuig.

3.2. **De heer Van den Doel** (Ref. H, pag. 160): *"Zijn er speciale instructies voor verkeersleiders over de manier waarop zij moeten handelen bij het opgeven van bochten voor een vliegtuig met uitgevallen motoren?"*

De heer K.: *"Die instructies waren er in 1992 niet".*

De heer Van den Doel vraagt even later: *"Zijn die er nu wel"?*

De heer K.: *"Nu hebben wij naar aanleiding van de bevindingen van de Raad voor de luchtvaart regels opgesteld. Hierbij wordt aan een vlieger in een noodsituatie met uitgevallen motoren actief gevraagd of hij in een bepaalde richting kan en wil draaien. Dat is voor het eerst toegepast tijdens de afhandeling van de KLM 433, de vlucht die enkele jaren geleden op tweede paasdag uiteindelijk is gecrasht op Schiphol".*

3.2.1. Feit en opmerking. In 2011 stond in noodprocedures van Schiphol Approach dat een verkeersleider moet verwachten dat *"Aircraft may not be able to turn over failed engine"*. Maar dit is niet juist, een vliegtuig kan ook naar de andere kant niet een bocht maken als het asymmetrisch vermogen maximaal is. Dit wordt in het volgende hoofdstuk uitgelegd.

Voor een verkeersleider is het van belang dat een vliegtuig, waarvan motoren zijn uitgevallen, van grotere afstand (12 nm) een straight-in nadering moet kunnen maken om manoeuvres op de lagere naderings- en landingssnelheden te voorkomen. De vlieger die zijn procedures volgt zal daarom vragen.

- 3.3. De heer Van den Doel** (Ref. H, pag. 160): *"Op het moment van het eerste verzoek van de vlieger om op baan 27 te landen, had direct een koers kunnen worden opgegeven die nu 56 seconden later werd opgegeven. Had dit naar uw mening niets uitgemaakt?"*

De heer K.: *"Nee, absoluut niet"*.

3.3.1. Feiten en uitleg. Het vliegtuig vloog op een hoogte van 6500 ft, op een afstand van ca. 15 nm van landingsbaan 27. Vliegtuigen vliegen nooit van alle kanten rechtstreeks naar de drempel van de landingsbaan, en je kunt ook niet de neus van een vliegtuig naar beneden duwen om snel te dalen, want dan loopt de snelheid te veel op, wat weer gevolgen heeft voor de bestuurbaarheid (zeker als er schade is). Een vlieger moet naderingsprocedures volgen om de landing veilig en stabiel te laten verlopen. Een vliegtuig waarvan alle motoren werken begint de eindnadering altijd op een afstand van 6 nm van het vliegveld, recht voor de landingsbaan op een hoogte van 2000 ft. Dan is het landingsgestel al uit en zijn de flaps geselecteerd. Wanneer twee motoren uit zijn, dan moet de nadering beginnen op een afstand van 12 nm, zoals de vlieger dat ook aan de verkeersleiding meldde. Die afstand is nodig om voorafgaand aan de einddaling vanaf 2000 ft rustig en stapsgewijs te decelereren tot de naderingssnelheid, en om onder meer steeds de bestuurbaarheid te beoordelen, en om te voorkomen dat op de lagere naderingssnelheid nog een bocht moet worden gemaakt, waarbij de bestuurbaarheid verloren zou kunnen gaan.

3.3.2. De dalhoek is normaal zo'n 3°. Om $(6500 - 2000) = 4500$ ft hoogte kwijt te raken is een vliegafstand nodig van $4500 \div (6080 \times \tan 3^\circ) = 14$ nm; de daalsnelheid bij een vliegsnelheid van 260 kt is dan ca. 1380 ft/min. De afstand van waar het vliegtuig op dat moment vloog tot zowel het 6 nm als het 12 nm 'initial point' voor de eindnadering was ≈ 6 nm. Er moest dus sowieso nog een bocht worden gemaakt om tot 2000 ft hoogte te dalen. De hiervoor benodigde tijd van normaal zo'n 2 minuten was echter veel te kort om voldoende brandstof te dumpen om het landingsgewicht van het vliegtuig te verlagen tot het maximum toegestane landingsgewicht, wat 30 minuten of meer zou vergen, veel langer dan 56 seconden. Lastig, die vraag en antwoord met drie ontkenningen, maar de heer K. bedoelt vermoedelijk dat door de hoogte en de koers niet 56 seconden bespaard had kunnen worden.

3.3.3. Conclusies. Het zou onmogelijk zijn geweest om direct na het verzoek om op baan 27 te landen daar rechtstreeks naartoe te vliegen. Er zijn geen 56 kostbare seconden verloren gegaan. De verkeersleider heeft de captain van het ongevalsvliegtuig correct begeleid en aanwijzingen flexibel aangepast aan de actuele situatie. Hij liet, zoals dat hoort, aan de captain over hoe deze de terugvlucht en de nadering wilde uitvoeren.

4. Verhoor 16, de heer G., verkeersvlieger

4.1. Dit hoofdstuk behandelt verhoor 16 in Ref. H, pag. 169, van verkeersvlieger kapitein G. op 3 feb. 1999, maar beperkt zich tot vliegtechnische aspecten.

4.2. De **voorzitter**. *"De Enquêtecommissie onderzoekt de toedracht en de gevolgen van de vliegcramp op 4 oktober 1992 in de Bijlmer te Amsterdam, met als doel waarheidsvinding en het trekken van lessen voor de toekomst. U bent voorzitter van de Vereniging van Nederlandse Verkeersvliegers en tevens zelf gezagvoerder op een 747"*.

De heer G.: *"Dat is correct"*.

4.2.1. **Opmerking.** De getuige is blijkbaar bevoegd op te treden als gezagvoerder in een Boeing 747, maar is pas gezagvoerder als hij daarvoor voorafgaand aan een vlucht is aangewezen door zijn maatschappij (volgens de Wet Luchtvaart art. 5.6), en de deur van het vliegtuig is gesloten met de intentie om op te stijgen. Indien voor een vlucht twee kapiteins zijn ingedeeld, zoals wel eens voorkomt, dan wordt slechts één van hen aangewezen als gezagvoerder. Tijdens het verhoor is hij kapitein, of in het Engels captain.

4.3. De **voorzitter**: *"Bij de eerste klim van het toestel wordt de term 'de kist klimt voor geen meter' gebruikt. Deze term heeft de afgelopen zes jaar – ik bedoel het nu figuurlijk – een hele hoop lading gehad. Vindt u dat de term 'de kist klimt voor geen meter' terecht gebruikt wordt?"*

De heer G.: *"Vrachtmachines zijn over het algemeen zwaar beladen. Toen ik het rapport van de Raad voor de luchtvaart bestudeerde, bleek dat het vliegtuig was voorzien van motoren van de fabrikant Pratt & Whitney. Die zijn relatief niet zo sterk. Dat kan ertoe leiden dat het vliegtuig weliswaar voldoet aan alle eisen, zoals minimale klimsnelheden, klimhoeken en dergelijke, maar relatief ten opzichte van het andere verkeer langzaam klimt"*.

4.3.1. **Uitleg.** De motoren van het type Pratt & Whitney JT9D-7J waren gecertificeerd door de Amerikaanse Luchtvaartdienst (FAA) voor gebruik op de Boeing 747-200. Het is één van de negen toegestane typen motoren op dit vliegtuig, zoals blijkt uit het 'Type Certificate Data Sheet' (Ref. I). Ook General Electric en Rolls Royce leveren motoren die zijn toegelaten voor gebruik op de Boeing 747-200. Uitgerust met één van deze typen motoren voldoet het vliegtuig aan alle gestelde eisen, inclusief klimeisen, bij een eveneens voorgeschreven maximumstartgewicht.

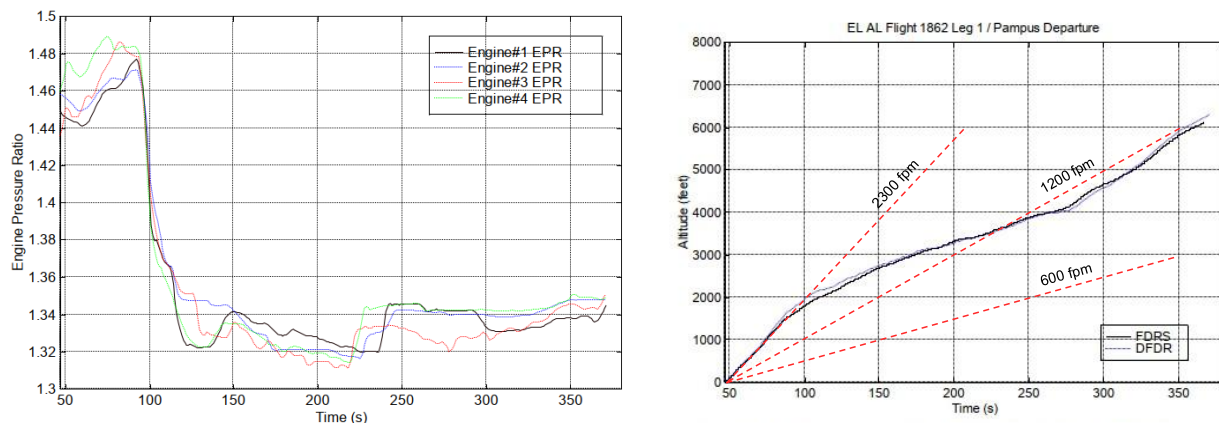
4.3.2. Het vliegtuig woog, de massa was, bij de start 338.300 kg (Ref. A, pag. 11), terwijl het maximaal toegestane startgewicht 359.300 kg was (Ref. A, pag. 7). Ondanks dat het vliegtuig 114.700 kg vracht en 71.000 kg brandstof aan boord had, was het startgewicht 20.700 kg lager dan het maximaal mag zijn, en dus zeker niet (te) zwaar. Andere factoren bepalen mede het actuele klimvermogen, waaronder het daadwerkelijk ingestelde motorvermogen.

4.3.3. Uit de FDR-data (zie Figuur 1 hieronder) blijkt dat de motoren tijdens de startaanloop werden ingesteld op EPR^4 1,46, terwijl de EPR maximaal 1,62 mag zijn gedurende een beperkte tijd. Ca. 100 seconden na het begin van de startaanloop werd het motorvermogen al teruggenomen tot ongeveer het niveau Maximum Continuous Thrust (EPR 1,35). Dit was iets eerder dan normaal en heeft daardoor uiteraard de klimsnelheid beïnvloed, maar bespaarde wel brandstof en beperkte de emissie van schadelijke stoffen.

4.3.4. Uit deze objectieve FDR-data blijkt dat de initiële klimsnelheid bij een gemiddelde door de vlieger ingestelde EPR van 1,46 ca. 2300 fpm (ft/min) was (zie Ref. G, Fig. 10, hieronder). Op ≈ 40 s na de start werden de gashendels al teruggenomen tot een EPR van gemiddeld 1,33, en reduceerde de klimsnelheid tot ca. 800 ft/min ten gunste van de toename

⁴ EPR staat voor Engine Pressure Ratio, zijnde een maat voor het door de motoren geleverde vermogen.

van de vliegsnelheid van 182 tot 240 kt. Na ruim 3 minuten nam de klomsnelheid weer toe tot 1200 ft/min.



Figuur 1. FDR Engine Pressure Ratio (EPR) data (links) en altitude data with climb performance (Ref. G, Fig. 9 en 10, bron: NLR).

4.3.5. Volgens luchtwaardigheidseisen FAR 25, § 111 (Ref. E) mag de 'gradient of climb' voor een 4-motorig vliegtuig niet kleiner zijn dan 1.7%. Volgens de radarplot in Ref. A, Appendix 3.1, vloog het vliegtuig op 15 nm (27 km) afstand van Schiphol al op 6000 ft hoogte. Een hoogte van 6000 ft is omgerekend 1.8 km; de door de Boeing 747 behaalde 'gradient of climb' was dus ca. $1.8/27 = 7\%$, ruim boven de eis van 1.7%. Hij klom dus prima, zij het langzamer door de gereduceerde EPR.

4.3.6. **Uitleg.** Bij vrijwel elke start van een verkeersvliegtuig wordt gereduceerd motorvermogen (reduced thrust) toegepast om de motoren te sparen (levensduur te verlengen) en om te besparen op onderhoudskosten, brandstofverbruik, emissies en geluidsbelasting, indien voldoende baanlengte beschikbaar is voor een minder snelle acceleratie, en er geen (hoge) hindernissen in het verlengde van de startbaan liggen die een snellere klim vereisen. Het benodigde gereduceerde vermogen wordt berekend gebruikmakend van onder meer de lengte van de startbaan, het actuele startgewicht, de actuele luchtdruk en de temperatuur van de buitenlucht waarvan de motor- en vliegtuigprestaties afhankelijk zijn. Het is evident dat een vliegtuig met lager ingesteld startvermogen minder snel klimt dan wanneer met vol vermogen wordt gestart. Het vliegtuig passeerde het baken Pampus ruim boven de vereiste 3000 ft; het klimvermogen was dus zeker toereikend.

4.3.7. **Conclusie.** Het vliegtuig woog 20.700 kg minder dan maximaal toegestaan. Getuige meldde niet dat bij vrijwel elke start van een verkeersvliegtuig een gereduceerd motorvermogen wordt gebruikt, en ook niet dat dit gevolgen heeft voor de klomsnelheid, terwijl de motoren voldeden aan de eisen voor luchtwaardigheid. Dat de motoren van Pratt & Whitney zijn is in het geheel niet relevant. Uit objectieve FDR-data blijkt dat het vliegtuig niet startte met maximum motorvermogen, en daardoor niet met maximaal klimvermogen, wat wellicht de indruk gaf dat het voor geen meter klom. Desondanks passeerde het vliegtuig het baken Pampus ruim boven de vereiste 3000 ft; er was dus niets mis met de startvermogens van de motoren, of met de initiële klomsnelheid.

4.4. De **voorzitter**: *"Lichte motoren en een zware belading kunnen de oorzaak zijn dat het toestel minder snel stijgt dan gebruikelijk"*.

De heer G.: *Minder snel dan gemiddeld; die klomsnelheid is met dergelijke vliegtuigen wel gebruikelijk. Alleen als er heel veel verkeer langs komt, veel 747's met bijvoorbeeld zwaardere of sterkere motoren, of vliegtuigen die wat lichter zijn, of Europavliegtuigen, die over het algemeen ook wat lichter zijn, klimt dat over het algemeen sneller. Dit was een*

vrachtvliegtuig. Vrachtvliegtuigen hebben over het algemeen in gewicht vrij veel lading bij zich. Vracht kun je stapelen en heeft geen beenruimte nodig, maar passagiers wel. Per vloeroppervlak kan er meer gewicht in zo'n vrachtvliegtuig.

4.4.1. **Verklaring.** De motoren van de Boeing 747 leverden voldoende vermogen om aan de voor de certificatie van de luchtwaardigheid van het vliegtuig gestelde klimeisen te voldoen, zelfs als één ervan is uitgevallen, bij het maximum toegestane startgewicht. Van belang voor de gerealiseerde klimsnelheid is het door de vlieger ingestelde startvermogen zoals in § 4.3.6 hierboven is uitgelegd, dat niet maximaal hoeft te zijn.

4.4.2. **Conclusie.** Het antwoord van de getuige slaat nergens op; de vergelijking met de prestaties van andere vliegtuigen is niet relevant.

4.5. De **voorzitter**: *"Hoe vaak wordt een dergelijke term gebruikt"?*

De heer G.: *"Ik zou het niet weten. Het is meer een term die de verkeersleiding onderling wellicht regelmatig bezigt. Het is niet een term die vliegers regelmatig bezigen. Toen ik zelf nog vloog op vliegtuigen met ongeveer vergelijkbare motoren leek het soms wel een eeuwigheid te duren voordat je eindelijk op de normale vlieghoogte was aangeland. De week tevoren had je misschien gevlogen met een vliegtuig met motoren van een andere fabrikant, die veel sterker waren".*

4.5.1. **Verklaring.** Zoals wel duidelijk zal zijn geworden uit de verklaring hierboven gaat het niet om vergelijkbare motoren of motoren van een andere fabrikant, maar om het toegepaste, door de vliegers ingestelde (start)vermogen van de motoren waarmee een vliegtuig is uitgerust, bij een actueel startgewicht.

4.5.2. **Conclusie.** Hetzelfde als de vorige conclusie in § 4.4.2.

4.6. De **voorzitter**: *"Mijnheer G., heeft deze term wel of niet iets te maken met de toedracht van de ramp"?*

De heer G.: *"Ik denk niets".*

4.6.1. **Uitleg.** Zeker niet, gezien de uitleg over het ingestelde startvermogen in § 4.3.6 hierboven. Het is de waarneming van iemand die niet op de hoogte is van de vereiste, ingestelde en geleverde prestaties van (motoren van) vliegtuigen.

4.6.2. **Conclusie.** De eindconclusie dat de term "hij klimt voor geen meter" niets te maken heeft met de toedracht van de ramp is correct. Deze term werd blijkbaar gebruikt door mensen die niet van gereduceerde 'takeoff performance' van vliegtuigen op de hoogte zijn, welk meestal wordt gebruikt om motoren, brandstof en het milieu te sparen. Getuige had dit moeten en kunnen toelichten, want hij paste dat zelf ook meestal toe.

4.7. De heer **Van den Doel** (Ref. H, pag. 170), [na vraag en antwoord dat twee motoren het niet doen]: *"Nu blijkt dat hij [de captain] informatie over het niet werken van die motoren pas later heeft gegeven, maar het zou kunnen zijn dat hij dat in de cockpit al gezien heeft".*

De heer G.: *"Voorzover mij bekend, zijn de motoren bijna tegelijkertijd afgebroken. De beschadiging die daaruit voort is gekomen heeft mogelijkerwijs geleid tot een waarschuwing voor een brand in motor 3. Op het moment dat de motoren zijn afgebroken, ook al heeft de gezagvoerder dat toen waarschijnlijk niet geweten, is er geen motorvermogen meer. Dat merk je wel degelijk".*

De heer **Van den Doel** stelt een tweede vraag over het verlies van twee motoren wat vanuit de cockpit niet te zien is (Ref. H, pag. 171): *"Maar zou je het op een andere wijze kunnen merken? Zou er dan door het gewicht dat het vliegtuig verliest voor de bemanning wel een signaal zijn? Of is dat ook moeilijk te constateren"?*

De heer G.: *Gewicht verliezen – motoren zijn vrij zwaar – zou enerzijds een positief effect hebben op bijvoorbeeld klimprestaties; anderzijds valt het vermogen weg van die motoren en is er per saldo nauwelijks een klimprestatie over. Het is, denk ik, voor de bemanning niet of nauwelijks te merken of de motoren zijn uitgevallen of zijn afgebroken.*

4.7.1. Feiten en uitleg. Volgens de noodprocedure *Engine Fire, Severe Damage or Separation* (KLM Aircraft Operations Manual – AOM § 6.5.1) is deze melding gecombineerd voor brand in, schade aan of het afvallen van motoren. Maar dat is nog niet alles wat de bemanning moet hebben gemerkt. Overige signalen moeten hebben geklonken en waarschuwingsslampjes zijn aangegaan van de uitgevallen motoren en van de daardoor aangedreven hydraulische-, pneumatische- en elektrische systemen. De motor- en de 'fuel flow' instrumenten moeten hebben aangegeven dat er geen vermogen meer werd geleverd door motoren 3 en 4. Bovendien waren continu voeten- en rolstuur inputs nodig om het evenwicht van krachten en momenten te herstellen en te behouden.

4.7.2. Twee motoren, inclusief de pylons waarmee ze aan de vleugel hangen, wegen samen ongeveer 10.000 kg. De linkervleugel was na het afvallen van beide rechtermotoren dus veel zwaarder dan de rechtervleugel waardoor het vliegtuig om de langsas naar links had moeten rollen en zou, om de vleugels horizontaal te houden, rolstuur naar rechts nodig zijn geweest.

Maar er was volgens de FDR-data⁵ in Ref. G, Figuur 15, rolstuur van gemiddeld 35° naar links nodig, in plaats van naar rechts gedurende de rest van de vlucht. Dit zou kunnen betekenen dat de beschadiging van de rechtervleugel door de afgebroken motoren een afname van de lift van die vleugel veroorzaakte die groter was dan het gewicht van de twee motoren, waardoor het vliegtuig naar rechts ging rollen wat het tegenrolstuur naar links verklaart. Om de liftverdeling tussen de vleugels in perspectief te plaatsen is het goed om te bedenken dat de lift die beide vleugels moeten genereren om het vliegtuig in de lucht te houden groter moet zijn dan het gewicht (de massa) van het vliegtuig. Bij de start was dat 338.300 kg; elk van de vleugels leverde dus iets meer dan 169.150 kg lift. Het verlies van twee motoren, 10.000 kg, betekende dus slechts 6% van de lift van één vleugel. Originele en nauwkeuriger FDR-data dan gebruikt in Ref. G, was ten tijde van de enquête beschikbaar, zodat een betere en objectieve analyse van de bewegingen van het vliegtuig en van de benodigde en gegeven stuurinputs mogelijk zou zijn geweest, zowel door de Enquêtecommissie als door de getuigen/deskundigen.

4.7.3. Na het verlies van motorvermogen aan de rechtervleugel giert een vliegtuig om de top-as naar rechts, waarvan een neveneffect ook is dat het vliegtuig naar rechts gaat rollen, wat veroorzaakt wordt doordat de linkervleugel even iets sneller, en de rechtervleugel even iets langzamer door de lucht bewegen waardoor liftverschil ontstaat en omdat het frontale oppervlak van de linker pijlvleugel breder in de luchtstroom staat en daardoor meer lift produceert dan de rechtervleugel die ook nog deels aan lijzijde van de romp ligt, zolang het richtingsroer nog niet ver genoeg is uitgeslagen om het gieren tegen te gaan. Daarna, en zolang er een sliphoek is, oefent de vliegwind ook een dwarskracht uit op de verticale staart die bovenop het vliegtuig staat, boven het zwaartepunt, zodat ook een rolmoment ontstaat. Hierdoor is, behalve richtingsstuur naar links, ook een rolstuuruitslag naar links nodig om de vleugels horizontaal te houden.

Het rollen en gieren merkt de vlieger gegarandeerd heel goed (en nog beter bij lagere snelheid). Hij moest namelijk tegenstuur geven met het rolstuur (rolroeren) en met het voetenstuur (richtingsroer), zo blijkt uit FDR-data (Ref. G, Figuren 15 en 18), wat spierkracht kost en bediening van de trimwielen/-knoppen vereist, om de benodigde stuurkrachten (deels) weg te trimmen. De gemiddelde rolstuuruitslag na het verlies van de motoren was 35° naar

⁵ FDR-data moeten beschikbaar zijn geweest voor de Commissie en de getuigen. Ten tijde van het schrijven van deze review waren deze data niet beschikbaar wegens geheimhouding en werden NLR en RLD rapporten (genoemd in Ref. G) geraadpleegd.

links bij een snelheid van ≈ 270 kt (Ref. G). Deze uitslag is veel groter dan deze zou zijn bij alleen het uitvallen van motoren, zeker bij deze snelheid, en zou ook naar de andere kant zijn, naar rechts om te compenseren voor de zwaardere linkervleugel. De uitslagen van richtingsroer en rolroeren zouden tegengesteld aan elkaar zijn. De grote, naar links gerichte richtingsroeruitslag was wel een duidelijk "signaal" dat de rechtermotoren waren uitgevallen. Het feit dat het rolstuur ook naar links moest worden uitgeslagen was een signaal dat er meer aan de hand was dan alleen maar het verlies aan motorvermogen, zoals in dit geval de beschadiging van de rechtervleugel. De grootte van de benodigde stuurinput hangt af van de snelheid. Hoe lager de snelheid, hoe groter de rolstuurinput moet zijn, omdat de liftproductie van de vleugels en van de rolroeren nu eenmaal evenredig is met het kwadraat van de snelheid ($\propto V^2$). Bij de lager wordende snelheid voor de nadering en landing zouden de stuuruitslagen nog groter moeten worden, wat een zeer groot "signaal" zou zijn van een naderend verlies van bestuurbaarheid.

4.7.4. Elke verkeersvlieger is ook op de hoogte van de eisen voor de balans tussen het gewicht van de brandstof in de brandstoftanks in beide vleugels. Wanneer die balans niet binnen toegestane grenzen is, door een lekkage, of een langdurige vlucht met een uitgevallen motor, dan neemt de benodigde rolstuuruitslag toe, en alarmeert het brandstofsysteem van het vliegtuig de vlieger via een waarschuwinglampje dat hij de balans moet herstellen door of de levende motor(en) te voeden uit een andere tank, of door brandstof tussen tanks over te pompen. Bij een gewichtsonbalans wordt de rolstuuruitslag ($\propto V^2$) bij de lagere naderings- en landingssnelheden groter om de vleugels recht te kunnen houden. Er wordt derhalve een maximum gesteld aan de gewichtsonbalans om het verlies van bestuurbaarheid tijdens de nadering, bij lagere snelheid, te voorkomen. De Commissie van Onderzoek schreef hier niet over, maar voor een vergelijkbare Boeing 747-200 van British Caledonian is de maximum toegestane onbalans tussen de buitenste tanks 1360 kg en tussen de binnenste tanks 2720 kg, veel kleiner dus dan de massa van twee motoren met pylons (10000 kg). De KLM hanteerde zelfs limieten van 500 kg. Vliegers kennen de gevolgen van een gewichtsonbalans van de vleugels, maar getuige dacht daar wellicht even niet aan.

4.7.5. Uiteraard heeft het verlies van zowel het vermogen als het gewicht van twee motoren gevolgen voor de klimprestaties maar, zo blijkt uit het vluchtverloop en uit de FDR-data (Ref. G), er was tot aan de laatste bocht niet het max. vermogen van de overgebleven motoren nodig tijdens de langzame daling en om de hoogte te handhaven gedurende de poging om naar Schiphol terug te keren, inclusief tijdens de daarvoor benodigde bochten.

4.7.6. **Conclusies.** Een rolstuurinput van gemiddeld 35° naar links en een richtingsroer uitslag ook naar links waren heel duidelijke signalen, en waren anders dan wanneer alleen maar twee motoren waren uitgevallen, wat de vliegers gedurende trainingssessies moeten hebben gezien. Het was dus heel goed te merken voor de bemanning dat er twee motoren waren uit- en/of afgevallen door de indicaties op het instrumentenpaneel en de benodigde grote stuurinputs, alsmede de richting ervan, zowel door het verlies van vermogen aan, als door het gewichtsverlies en beschadiging van, de rechtervleugel. De klimprestatie zou duidelijk lager zijn, maar was niet meer van belang, omdat de bemanning niet wilde klimmen, maar terugkeren naar Schiphol om te landen. Er was geen maximum vermogen nodig op de overgebleven linker motoren om de hoogte te handhaven, tot aan de laatste bocht.

4.7.7. De brandmelding van een motor kan drie oorzaken hebben volgens de motornoodprocedures van een Boeing 747: brand in, schade aan en het afvallen van motor(en). Het raadplegen van deze procedure door de bemanning is wellicht achterwege gebleven.

4.7.8. Dit was een goede vraag, maar een slecht en verre van compleet antwoord van deze ervaren kapitein/getuige, door gebrek aan toereikende vliegtuigkennis, waaronder kennis van krachten en momenten die op een vliegtuig werken na uitval van een motor en

gewichtsonbalans in de vleugels, maar ook van de motornoodprocedure voor het geval twee motoren aan dezelfde vleugel zijn uitgevallen.

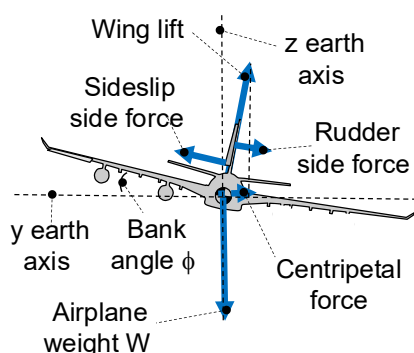
4.8. **De heer Van den Doel:** *"Ik wil met u overstappen naar de route die het vliegtuig heeft gevlogen om naar Schiphol terug te keren. De verkeersleiding heeft de gezagvoerder na de MAYDAY-call een koers opgegeven waardoor het vliegtuig rechterbochten moest draaien. In de tussenrapportage van het vooronderzoek wordt vermeld dat het draaien van bochten over de levende motor, in dit geval dus de linkervleugel, de voorkeur zou hebben gehad om het toestel beter bestuurbaar te houden. Deelt u die mening?"*

De heer G.: *In de procedures staat dat er bij voorkeur over de levende motoren gedraaid moet worden, dus in dit geval linkerbochten, omdat er dan iets meer marge is in de besturing. Maar er staat expliciet niet dat het niet is toegestaan om rechterbochten te draaien. Dat kan, als het beter uitkomt voor het positioneren van het vliegtuig voor de nadering, of het in de buurt houden van het vliegveld, zeer wel de voorkeur genieten. In dit geval is ervoor gekozen om met al die problemen een beetje in de buurt van het vliegveld te blijven, want als men bochten de andere kant op had gedraaid zou men helemaal bij Barneveld of nog verder zijn uitgekomen.*

4.8.1. **Feiten en uitleg.** Het is maar de vraag of in procedures staat dat bij voorkeur over de levende motoren gedraaid moet worden, in welke procedures dan? Op YouTube? Op Wikipedia? Zeker niet in door autoriteiten goedgekeurde procedures in Airplane Flight Manuals (AFM), zoals die van de Boeing 747-200 van British Caledonian (Ref. K). Het AFM van de El Al Boeing was niet beschikbaar. Ook in het KLM Aircraft Operations Manual (AOM) van de Boeing 747-200/300 staat het niet, en in geen enkel ander formeel manual dat met engineering (bèta) kennis van hoger niveau is geschreven. Dit wordt wel vaak gezegd, maar is niet waar, is een mythe. Om uit te leggen waarom dit zo is, en wat de gevolgen zijn op de bestuurbaarheid tijdens bochten naar beide zijden is wat meer uitleg nodig, gezien de daarover bestaande misverstanden.

4.8.2. Om te beginnen een voorbeeld met een roeiboot. Als in een roeiboot met 2 x 2 roeiers en een stuurman twee roeiers aan één kant stoppen met roeien, dan gaat de roeiboot "gieren" (draaien), tenzij de snelheid in het water hoog genoeg is en het roer groot genoeg, dat de stuurman de koers nog kan handhaven. Doen de overgebleven roeiers er een schepje bovenop dan giert de boot toch door, wat niet meer kan worden tegengegaan met het roer. De snelheid waarbij de koers nog net kan worden aangehouden is de minimumbestuurbaarheidssnelheid van de roeiboot. Bij lagere snelheid wordt de boot onbestuurbaar als de overgebleven roeiers doorgaan op hoog vermogen. Het gieren kan stoppen door de roeiers te manen het wat rustiger aan te doen.

Dit is bij een vliegtuig niet anders. Een boot blijft dan wel drijven op het water, maar een vliegtuig verliest meestal hoogte door de toegenomen weerstand (sliphoek) tijdens het gieren die wordt veroorzaakt doordat het vliegtuig wat scheef door de lucht vliegt, het slipt.



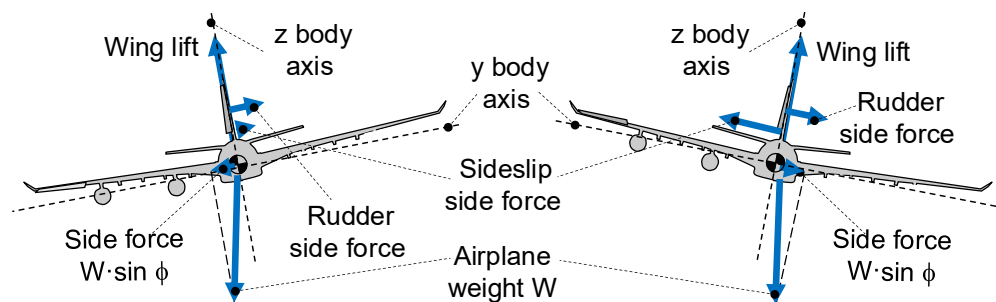
Figuur 2. Dwarskrachten in earth-fixed coordinate system.

Het vliegtuig zal blijven dalen als de vlieger niet direct de oorzaak van het te grote gieren wegneemt, door het gas op de overgebleven motoren wat terug te nemen en zo de bestuurbaarheid te herstellen.

4.8.3. Vliegers gebruiken de horizontale centripetale kracht om bochten met een vliegtuig te verklaren. Maar wanneer een of meer motoren zijn uitgevallen is, zowel tijdens rechtlijnige vlucht als tijdens bochten, een giermoment nodig om het asymmetrische motorvermogen tegen te werken. Dit kan worden geleverd door het richtingsroer en/of een resulterende zijslip (Figuur 2). Bochten met uitgevallen

motoren zijn slappend of schuivend, waardoor de vlucht niet meer gecoördineerd is. Als de rolhoek groter wordt, zoals bv. 90° tijdens een 'knife edge' manoeuvre, dan trekt de vlieger niet meer aan het hoogtestuur om op hoogte te blijven en is er geen centripetale kracht meer. Dat doet hij trouwens ook niet als de rolhoek het gevolg is van motoruitval. Dus de centripetale kracht moet niet worden gebruikt wanneer de 'aandrijving' van een vliegtuig niet meer symmetrisch, en de vlucht niet meer gecoördineerd is.

Een vergeten maar altijd aanwezige kracht is de zwaartekracht. Wanneer de vleugels niet horizontaal worden gehouden, speelt ook de zijwaartse component van de zwaartekracht een grote rol, omdat deze resulteert in een sliphoek. Deze zijwaartse component is niet zichtbaar in bovengenoemd 'earth-fixed coordinate system', reden waarom een ander coördinatensysteem wordt toegepast voor het analyseren van laterale en directionele krachten en momenten, het zgn. 'body-fixed coordinate system', zie Figuur 3.



Figuur 3. Dwarskrachten in body- fixed coordinate system tijdens linker- en rechterbocht (niet exact op schaal).

4.8.4. Om uit te leggen wat de beste richting is om bochten te draaien wordt eerst de voor de bestuurbaarheid van een vliegtuig na motoruitval van belang zijnde minimumsnelheid toegelicht en wordt het (vergeten) belang ervan voor het maken van bochten met uitgevallen motoren beschreven.

4.8.5. Elk meermotorig vliegtuig heeft een minimumbestuurbaarheidssnelheid, in het Engels Minimum Control Speed (in the Air), afgekort als V_{MC} of V_{MCA} . V_{MCA} is de laagste snelheid waarbij na uitval van een motor de koers nog net kan worden aangehouden met maximum uitslagen van de richtingsroerpedalen en/of het rolstuurwiel, of bij de maximum toegestane stuurkrachten, terwijl de overige motoren maximale stuwkracht produceren. Decelereert het vliegtuig onder die snelheid, dan rolt en/of giert het verder, ondanks maximaal tegenstuur. De bestuurbaarheid is verloren gegaan en het vliegtuig verliest hoogte. De actuele V_{MCA} , zijnde de V_{MCA} die de vlieger tijdens het vliegen ervaart, varieert met een groot aantal variabelen, waaronder motorvermogen, rolhoek en de ligging van het zwaartepunt. Deze variabelen hebben invloed op het laterale en directionele krachten- en momentenevenwicht van het vliegtuig. Een rolhoek, naar welke zijde dan ook, doet de dwarskrachtcomponent van de zwaartekracht toenemen (Figuur 3), en daarmee V_{MCA} , maar een lager asymmetrisch motorvermogen reduceert het motorgiermoment en daarmee V_{MCA} . Iedere vlieger die bevoegd is om een meermotorig vliegtuig te bedienen heeft tijdens zijn opleiding op kleine tweemotorige vliegtuigen kennis gemaakt met V_{MCA} , als het goed is niet alleen in theorie, maar ook in de praktijk.

Een vlieger bepaalt tijdens een vlucht de hoogte van de actuele V_{MCA} van het vliegtuig met de gashendels en de rolhoek, wat helaas niet overal meer goed wordt uitgelegd en gedemonstreerd. Zie Ref. L voor uitgebreide uitleg.

4.8.6. Een meermotorig vliegtuig heeft dus vele (actuele) V_{MCA} 's, voor elk mogelijk evenwicht van krachten en momenten één. Drie voorbeelden: de V_{MCA} bij een gedeeltelijke richtingsroeruitslag is hoger dan bij een maximale uitslag, de V_{MCA} bij maximum asymmetrische stuwkracht is hoger dan bij een lager ingesteld asymmetrisch vermogen en de V_{MCA} bij een voorlijk zwaartepunt is lager dan bij een achterlijk zwaartepunt (door de langere

momentenarm van het richtingsroer). De eerste wordt wel eens toegepast tijdens opleidingen als veilige demonstratie van een V_{MCA} . Voor de eerste twee gevallen is een hogere snelheid nodig voor de aerodynamische stuurvlakken om de benodigde stuurkrachten te genereren, want die zijn evenredig met het kwadraat van de snelheid (V^2). Het is ondoenlijk en kostbaar om de vele V_{MCA} 's van een vliegtuig te bepalen en te publiceren in het Airplane Flight Manual, bovendien kan het gebruik van zoveel data door vliegers ook gemakkelijk tot fouten leiden. Daarom vereisen de Federal Aviation Regulations (FAR – luchtwaardigheidsvoorschriften), zoals die welke gelden voor deze Boeing 747 in § 25.1513 (Ref. E) dat in het Airplane Flight Manual slechts één V_{MCA} wordt gepubliceerd die moet worden bepaald zoals voorgeschreven in FAR § 25.149:

" V_{MC} is the calibrated airspeed at which, when the critical engine is suddenly made inoperative, it is possible to maintain control of the airplane with that engine still inoperative and maintain straight flight with an angle of bank of not more than 5 degrees".

4.8.7. Deze luchtwaardigheids-eis wordt niet alleen gebruikt voor het berekenen van de benodigde grootte van de verticale staart en ailerons door vliegtuigbouwkundige ingenieurs, maar ook door experimenteel testvliegers om tijdens een experimentele testvlucht de V_{MCA} van het vliegtuig te bepalen die in het AFM moet worden gepubliceerd.

De waarde van deze gepubliceerde V_{MCA} wordt voor de lezer duidelijker als de voor het bepalen ervan voorgeschreven vliegproef (Ref. E) kort wordt beschreven: het vliegtuig wordt in de testconfiguratie gebracht, waaronder een zo achterlijk mogelijk zwaartepunt en een zo laag mogelijk gewicht. Een achterlijk zwaartepunt resulteert in een kleiner tegen-giermoment van het richtingsroer, en het lage gewicht resulteert in een kleinere dwarskrachtcomponent van de zwaartekracht ($W \cdot \sin \phi$ in Figuur 3), mits een kleine rolhoek wordt aangehouden weg van de uitgevallen motor(en). Deze testconfiguratie levert de hoogste – de 'worst case' – V_{MCA} voor publicatie in het AFM (voor rechtlijnige vlucht).

Tijdens de vlucht wordt de 'critical engine' uitgezet (bij een Boeing 747 is dat buitenmotor #1 of #4 omdat die na uitval het grootste motorgiermoment achterlaat), en de tegenoverliggende motor aan de andere vleugel wordt op maximaal vermogen ingesteld (voor maximum giermoment). Dan wordt, terwijl de vleugels horizontaal worden gehouden, de snelheid langzaam gereduceerd terwijl de vlieger met de richtings- en rolsturen de koers moet handhaven en de vleugels recht moet houden. Het decelereren gaat door totdat óf het richtingsstuur, óf de rolroeren maximaal zijn uitgeslagen, óf tot de maximum toegestane stuurkracht op rolstuur of voetenstuur is bereikt. Bij lagere snelheid kan de kompaskoers (heading) niet meer kan worden gehandhaafd, en/of de vleugels kunnen niet meer horizontaal worden gehouden. Het vliegtuig begint dan langzaam te gieren en/of te rollen in de richting van de uitgezette motor. De laagste vliegsnelheid waarbij de koers nog net kan worden aangehouden, of de vleugels nog net recht kunnen worden gehouden is de minimumbestuurbaarheidssnelheid (Minimum Control speed in the Air – V_{MCA}) met de vleugels horizontaal. Het gevolg is ook dat de sliphoek, en diens gevolg de weerstand van het vliegtuig, groot is geworden en het minder snel kan stijgen of zelfs hoogte verliest. Om de weerstand zo laag mogelijk te houden mag volgens hetzelfde voorschrift, tijdens de rechtlijnige vlucht, een kleine rolhoek (bank angle) van niet meer dan 5° in de richting van de goede motor(en) worden toegepast. Rolt de testvlieger vervolgens die kleine rolhoek aan, dan kan de snelheid nog verder worden verlaagd, totdat het vliegtuig opnieuw gaat gieren of rollen. Door de kleine rolhoek wordt niet alleen de sliphoek kleiner en neemt de weerstand af, waardoor de klimprestatie (performance) toeneemt, maar neemt V_{MCA} ook af, wat gunstig is voor de bestuurbaarheid.

Het verschil in snelheid tussen horizontaal gehouden vleugels en de kleine 5° rolhoek is voor kleine tweemotorige vliegtuigen ca. 6 kt, maar voor grote vliegtuigen misschien wel 30 kt. Het is deze laatste V_{MCA} , dus die gemeten is met een rolhoek van max. 5° in de richting van de levende motoren, die in handboeken als de minimumbestuurbaarheidssnelheid

(V_{MCA}) van het vliegtuig wordt gepubliceerd (na extrapolatie tot zeeniveau).

Het zal duidelijk zijn dat indien een vlieger bij deze snelheid de vleugels toch recht houdt, terwijl het asymmetrische vermogen maximaal is, het vliegtuig gaat gieren en/of rollen; de bestuurbaarheid gaat verloren.

4.8.8. De in het Flight Manual gepubliceerde V_{MCA} is dus alleen maar geldig tijdens rechtlijnige vlucht terwijl een kleine rolhoek van 5° of minder weg van de uitgevallen motoren wordt aangehouden, en beslist niet tijdens bochten met andere rolhoeken naar beide zijden. De kleine rolhoek leidt niet tot een bocht, vanwege de verandering van krachten en momenten na het uitvallen van een motor, waarvoor tegenstuur nodig is, maar tot een lagere V_{MCA} en kleinere weerstand; zie ook de collegedictaten in Ref. C en Ref. D.

De *actuele* V_{MCA} , d.w.z. de V_{MCA} die de vlieger ervaart tijdens een vlucht, varieert dus met de rolhoek en met andere variabelen, waaronder het motorvermogen, de ligging van het zwaartepunt en het gewicht van het vliegtuig die alle invloed hebben op de krachten en momenten die op het vliegtuig werken. De V_{MCA} 's bij andere rolhoeken dan 0° en 5° worden niet gemeten, maar kunnen wel worden berekend met laterale en directionele stabiliteitsafgeleiden van het vliegtuig, waarover hieronder meer.

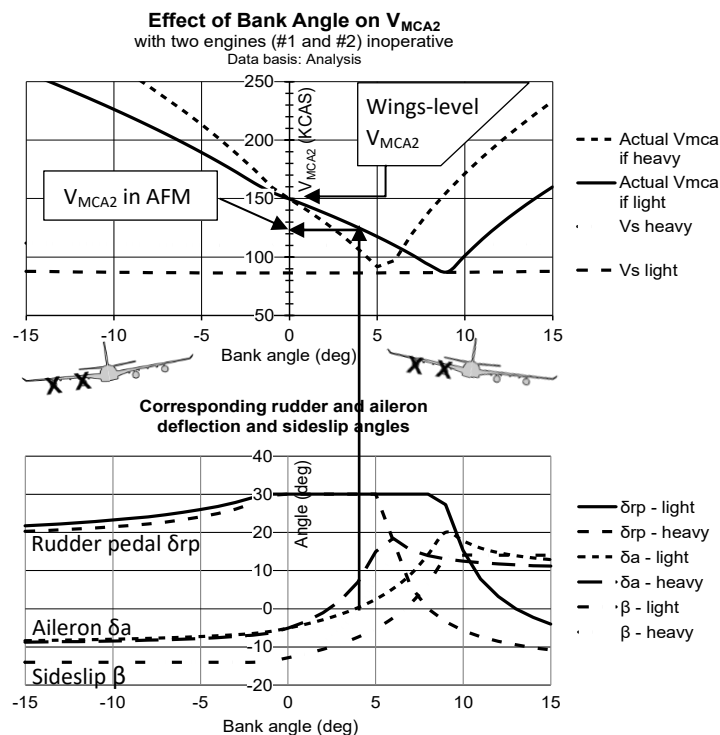
4.8.9. V_{MCA} 's tijdens bochten worden dus niet gemeten, en niet gepubliceerd. De reden is dat er, zoals gezegd, (te) veel variabelen zijn die invloed hebben op de hoogte van V_{MCA} , waaronder de rolhoek die resulteert in een dwarskrachtcomponent van het gewicht van het vliegtuig. De regelgever gaat ervan uit dat als vol vermogen nodig is terwijl een of twee motoren zijn uitgevallen, de vlieger altijd rechtuit blijft vliegen onder aanhouding van een kleine (max. 5°) rolhoek weg van de uitgevallen motor(en) tot een veilige hoogte is bereikt waar met wat lager asymmetrisch vermogen of voldoende hoge snelheid veilig bochten kunnen worden gemaakt. Maar helaas is er geen eis om de rolhoek, die bij het berekenen van de benodigde grootte van de verticale staart en van de stuurorganen, en bij het meten van V_{MCA} tijdens experimentele testvluchten werd gebruikt te publiceren bij de V_{MCA} in het Airplane Flight Manual, en in de motornoodprocedures. Er zijn zelfs Airplane Flight Manuals, Aircraft Operating Manuals, en ook lesboeken voor vliegers waarin V_{MCA} en/of de definitie ervan helemaal niet meer worden genoemd, wat in feite een overtreding is van de luchtwaardigheidsvoorschriften (Ref. E, FAR § 25.1513).

4.8.10. Vele jaren geleden is in luchtwaardigheidsvoorschrift FAR 25.149, en in het EASA-equivalent, de bepaling geschrapt, dat ook een minimumbestuurbaarheidssnelheid moet worden bepaald wanneer twee motoren aan dezelfde vleugel zijn uitgevallen (V_{MCA2}), om onbekende redenen (maar vermoedelijk uit onkunde). V_{MCA2} wordt op dezelfde wijze bepaald als V_{MCA} maar na het uitzetten van twee motoren aan dezelfde vleugel. V_{MCA2} is veel hoger dan V_{MCA} , zoals zal blijken in paragraaf § 4.8.12 hieronder. V_{MCA2} is al van toepassing als minimumsnelheid na het uitvallen van één motor ter voorkoming van het verlies van bestuurbaarheid in het geval er nog een motor uitvalt, net zo als V_{MCA} ook al van toepassing is als nog geen van de motoren is uitgevallen. Militaire voorschriften vereisen nog wel dat van 4- of meermotorige vliegtuigen niet alleen de V_{MCA} wordt bepaald, maar ook de V_{MCA2} , die beide als snelheidslimiet moeten worden gepubliceerd in vliegtuighandboeken.

4.8.11. De getuige had moeten weten en vertellen over V_{MCA} en over V_{MCA2} die juist van levensbelang zijn bij het handhaven van de bestuurbaarheid van een vliegtuig nadat één resp. twee motoren zijn uit- of afgevallen. Helaas is de kennis daarover bij de meeste, zo niet alle verkeersvliegers weggeëb'd en gebeuren er wereldwijd zoveel ongevallen na motorstoring. Ook bij ongevallenonderzoekers is die kennis er niet meer, want in het Rapport van Ongeval (Ref. A) wordt ook helemaal niet geschreven over de minimumbestuurbaarheidssnelheid. In rapporten van latere ongevallen ook nog steeds niet. Maar Test Pilot Schools doceren nog steeds de theorie over V_{MCA} , en al hun studenten leren tijdens vliegproeven de V_{MCA} van een vliegtuig te bepalen, en evalueren de vliegeigenschappen tijdens het vliegen met een

uitgevallen motor, inclusief nadering, go-around en landing. Zij crashen daarbij niet, door goede kennis.

4.8.12. Aangezien in Nederland en in vrijwel alle landen ter wereld regelmatig ongevallen na motorstoring gebeuren (meer dan 400 in de laatste 25 jaar, met 4000 dodelijke slachtoffers tot gevolg) heeft de schrijver dezes al 22 jaar geleden het initiatief genomen nader onderzoek te doen en te gaan schrijven over de werkelijke oorzaak om verbeteringen voor te stellen, gebruik makend van zijn testvliegkennis. Op de website van AvioConsult⁶ staan vele 'papers', lesdictaten en analyses van ongevallen na motoruitval, waarnaar kortheidshalve wordt verwezen. Op de Links pagina staan vele links naar de documenten waaraan de inspiratie en kennis zijn ontnomen om de papers te schrijven. In het rapport *Effect of Bank Angle and Weight on V_{MCA}* (Ref. J) staat een berekende en voor het Bijlmer ongeval interessante grafiek die hieronder is overgenomen.



Figuur 4. Predicted effect of bank angle on V_{MCA2} during equilibrium flight, 4-engine turbojet B707 class, Sea Level, max. thrust, engines #1 and #2 inoperative, low and high weight (spiegel de figuur voor El Al Boeing 747).

4.8.13. De bestuurbaarheid van de El Al Boeing 747 na motoruitval is geanalyseerd in het rapport van AvioConsult met de titel *Controllability of a Boeing 747-258F After Separation of Two Engines* (ref. G). In dat rapport staat ook de grafiek uit Figuur 4 die is berekend voor rolhoeken tussen -15° en $+15^\circ$. De daarin getekende V_{MCA2} is de laagste snelheid waarbij het evenwicht van krachten en momenten kan worden gehandhaafd bij maximale uitslagen van het richtingsroer en/of de rolroeren, of bij de maximum sliphoeck (14°) ter voorkoming van het loslaten van de luchtstroming (stall) van het verticale kielvlak met uitgeslagen richtingsroer (maximum camber) in de richting van de nog werkende motor(en). De benodigde stuurinputs en de resulterende sliphoeck β zijn ook weergegeven. De grafiek is berekend voor uitgevallen motoren aan de linkervleugel en moet om de verticale as worden gespiegeld voor toepassing op de El Al Boeing 747. De uitkomsten zijn voor een niet-standaard Boeing 707-versie, omdat de benodigde stabiliteitsafgeleiden van een Boeing 747-200 niet

⁶ <https://www.avioconsult.com/downloads.htm> en <https://www.avioconsult.com/accidents.htm>.

beschikbaar waren. De vorm van de curves zal echter niet veel afwijken.

De in het Airplane Flight manual gepubliceerde V_{MCA2} is voor dit exemplaar ca. 122 kt bij sliphoek 0° . Indien de vleugels horizontaal worden gehouden loopt de actuele V_{MCA2} al op tot 150 kt. Bij grotere rolhoeken naar weerszijden neemt de actuele V_{MCA2} nog veel meer toe door de dwarskrachtcomponent van het gewicht van het vliegtuig en de toenemende sliphoek β . Als de rolhoek in de richting van de werkende motoren groter wordt dan 5° , dan moet de vlieger het richtingsroer naar de andere kant uitslaan om de som van de dwarskracht te beperken, wat in Figuur 3 (links) al duidelijk wordt. Deze beperkingen leren de meeste verkeersvliegers helaas niet (meer) tijdens hun opleiding.

4.8.14. De getuige zou echter wel de Flight Crew Reference Guide van de KLM uit 1978 moeten hebben gezien waarin in § 1.3 Asymmetric engine-out operation de volgende V_{MCA} -tabel staat:

Bank angle	V_{MCA}	
	one engine out	two engines out
5°	114	155
0°	146	191

Figuur 5. V_{MCA} tabel DC-8-50 uit KLM Flight Crew Reference Guide, 1978.

Dit moeten data zijn van V_{MCA} -vliegproeven. Het effect van slechts een kleine rolhoek (bank angle) op V_{MCA} wanneer één en twee motoren zijn uitgezet of uitgevallen tijdens rechtlijnige vlucht is duidelijk. In 1978 was de kennis van V_{MCA} blijkbaar nog op peil. Er is in luchtvaartregels geen eis tot het bepalen van V_{MCA} bij andere dan deze rolhoeken. De regelgevers gaan ervan uit dat met maximum vermogen alleen rechtlijnig wordt gevlogen, opdat de bestuurbaarheid niet in gevaar komt, maar zij verzuimden te vereisen dat dit aan vliegers wordt bekend gesteld. De definitie van V_{MCA} zoals die hierboven is gegeven voor de certificatie van vliegtuigen deugt niet voor gebruik in een AFM (voor vliegers). In motor-noodprocedures zouden vliegers eraan moeten worden herinnerd om geen bochten te draaien met hoog ingesteld asymmetrisch motorvermogen. Dit had een mooie les kunnen zijn geweest van de parlementaire enquêtecommissie.

4.8.15. Het AFM van de Boeing 747 was vermoedelijk niet beschikbaar tijdens het ongevalonderzoek. De onderzoekers van BVO en RvdL gebruikten namelijk het KLM Boeing 747 Airplane Operations Manual (AOM). In dit door de maatschappij geschreven AOM zijn de definities van V_{MCA} van de KLM Boeing 747 niet uit het AFM overgenomen, wellicht omdat de vliegers tijdens de takeoff werken met startsnelheden V_R en V_2 , die die zij uit tabellen aflezen maar die wel zijn berekend met o.a. V_{MCA} . De bepaling dat V_{MCA} alleen maar geldig is tijdens rechtlijnige vlucht wanneer een kleine rolhoek van 5° wordt aangehouden weg van de uitgevallen motor, is wellicht daardoor niet uit het AFM in het AOM (§ 6.5.1) overgenomen, waardoor de bekendheid daarmee verdween. Wel zou getuige in het KLM 747 AOM moeten hebben gezien dat in de noodprocedures voor twee uitgevallen motoren (AOM § 6.4.17) staat: *"When two engines inoperative on one side, the combination of low speed and high thrust should be avoided"*. V_{MCA} wordt genoemd, maar bedoeld wordt V_{MCA2} , en ook dat de 'certified value' daarvan 157 kt is, gemeten met maximum richtingsroer en een rolhoek van 5° naar de werkende motoren. Maar dat dit in feite betekent dat deze rolhoek dient om V_{MCA} laag te houden, en de sliphoek (dus de weerstand) zo klein mogelijk, en dat deze V_{MCA} dus sterk toeneemt wanneer de rolhoek anders is dan die 5° , dat staat er niet bij. Vreemd dat de voorwaarden voor V_{MCA2} wel worden beschreven, maar niet voor V_{MCA} .

4.8.16. In een ander manual van de KLM (§ 4.8.14 hierboven) staat V_{MCA} gelukkig nog wel goed uitgelegd, maar de beide KLM-getuigen kenden dit manual niet, of waren dit

vergeten. Vliegers leren helaas niet meer dat de V_{MCA} van hun vliegtuig gigantisch stijgt tijdens bochten met maximum asymmetrisch vermogen.

4.8.17. Tijdens de laatste bocht met een dwarshelling van 25° gaf de El Al captain volgas op de linker motoren. Niet bekend is wat in de El Al handboeken staat, maar duidelijk is dat de captain er niet van op de hoogte was dat V_{MCA2} bij volgas alleen maar geldig is tijdens rechtlijnige vlucht terwijl een kleine rolhoek wordt aangehouden, en zeker ook niet van de grote toename van de actuele V_{MCA2} tijdens bochten. Getuigen waren dit ook niet. Het maken van bochten met hoog asymmetrisch motorvermogen op te lage snelheid is per definitie dodelijk; een vliegtuig is daarvoor niet gebouwd, de aerodynamische stuurvlakken zijn te klein om in die omstandigheden het evenwicht van krachten en momenten te kunnen handhaven. De training van zowel getuigen als de El Al captain schoot tekort.

4.8.18. Na deze theoretische verhandeling keren we terug naar de vraag over de marges tijdens bochten wanneer motoren zijn uitgevallen. Bochten worden doorgaans gevlogen met een rolhoek van ca. 25° . Uit bovenstaande blijkt dat er bij het maken van bochten met uitgevallen motoren alleen maar marge is als de vliegsnelheid fors hoger is dan de in het AFM gepubliceerde $V_{MCA(2)}$. Een heel belangrijke voorwaarde om veilig bochten te kunnen draaien na het verlies van twee motoren aan één vleugel is een snelheid die zo hoog is dat de aerodynamische stuurvlakken toereikend grote krachten en momenten genereren om het evenwicht te bewaren, zonder tegen hun mechanische limieten, oftewel de maximale uitslagen van richtingsroer en rolroeren, aan te lopen. De benodigde snelheidsverhoging voor bochten met kleine rolhoeken over de levende motoren is inderdaad kleiner dan voor bochten over de uitgevallen motoren, er is iets meer marge, maar alleen als de snelheid hoog genoeg is en de rolhoek klein (Figuur 4). Bovendien blijkt dat de sideslip tijdens bochten groot is, waardoor de totale weerstand van het vliegtuig ook groot is en extra motorvermogen nodig is om op hoogte te blijven.

Maar er is meer; niemand realiseert zich dat bij een rolhoek naar de levende motoren groter dan in dit geval 5° , het richtingsroer naar de andere kant moet worden uitgeslagen voor het behoud van het krachten- en momentenevenwicht, oftewel voor de bestuurbaarheid (zie Figuur 4). Sommige experimenteel testvliegers bepalen deze rolhoek voor 'zero rudder' nog wel tijdens V_{MCA} -vliegproeven. Dit staat echter niet in les- en handboeken voor vliegers en wordt niet getraind. Luchtwaardigheidsvoorschriften schrijven dit niet voor omdat die ervan uitgaan dat je bij het instellen van maximaal vermogen rechtuit blijft vliegen en dat je voor bochten iets gas terugneemt. Dat kan veilig.

Dit wordt helaas niet goed gecommuniceerd met vliegers en vliegscholen en er is geen eis dit te vermelden in noodprocedures. Vlieg instructeurs weten dit niet, en ook ongevalenonderzoekers niet. Niet één van de 400 bestudeerde rapporten beschreef de bestuurbaarheid van vliegtuigen na motorstoring zoals voorgeschreven in luchtwaardigheidsvoorschriften en zoals wordt gedoceerd op luchtvaartuniversiteiten en test pilot schools.

4.8.19. Als de laatste bocht naar links, over de levende motoren, zou zijn gevlogen met een snelheid van 260 kt of lager, dan had de vlieger de uitslag van het richtingsroer moeten omkeren voor het behoud van het evenwicht van krachten en momenten (zie Figuur 4 hierboven). Dit wordt niet getraind, en nooit gedaan. Het is vrijwel zeker dat de bestuurbaarheid in die bocht ook verloren was gegaan als het motorvermogen nog hoog was, tenzij het gas tijdelijk iets was teruggenomen. Ook dit is een reden dat in de noodprocedures voor een nadering met twee uitgevallen motoren staat dat de snelheid tot landingssnelheid moet worden gereduceerd tijdens een rechtlijnige vlucht van tenminste 12 nm lang.

4.8.20. Na het ongeval werd in een KLM Boeing 747-200/300 simulator een proef gedaan met een brandstof onbalans in de vleugels door in de rechtervleugel 10000 kg minder brandstof te laden dan in de linkervleugel, zijnde het gewicht van twee motoren met hun pylons, en een beschadigde rechter-vleugelvoorrand te simuleren. Het vliegtuig bleek bij een snelheid lager dan 238 kt onbestuurbaar te worden.

4.8.21. **Conclusies.** Zowel de tussenrapportage als het antwoord van de vlieger-getuige met betrekking tot het draaien van bochten met uitgevallen motoren zijn dus niet juist. Het is een zeer hardnekkig misverstand dat je beter maar over de levende motor(er) kan draaien. Na het bestuderen van 400 rapporten van ongeval blijkt ook dat vrijwel alle verongelukte vliegers zonder aarzeling bochten draaien met hoog asymmetrisch motorvermogen op veel te lage snelheid, in plaats van eerst rechtlijnig te klimmen naar een veilige hoogte (waarvoor het vliegtuig is ontworpen en gecertificeerd). Zij verloren de bestuurbaarheid van hun vliegtuig en kwamen om het leven, evenals hun passagiers. Vlieg instructeurs van vliegscholen weten momenteel te weinig over V_{MCA} , evenals ongevalsonderzoekers. Veel kennis is verloren gegaan; hardnekkige, niet op wetenschap gebaseerde misverstanden zijn ervoor in de plaats gekomen, mede omdat vliegers denken alles zelf wel te weten. Daardoor worden na ongevallen niet de juiste conclusies getrokken, en worden ongevallen niet voorkomen. Een aanbeveling zou moeten zijn om het vliegonderwijs op het gebied van bestuurbaarheid na motorstoring sterk te verbeteren en in overeenstemming te brengen met luchtwaardigheidsvoorschriften (Far/CS 25.149), met op universiteiten gedoctrineerde vliegtuigtechniek, met de op testpilot schools gedoctrineerde en met de door luchtvaartautoriteiten voorgeschreven 'flight test techniques'. Daarvoor hebben vliegers de hulp van ingenieurs nodig. Vliegers hebben jarenlang de overtuiging gehad geen ingenieurs nodig te hebben, maar de gevolgen waren zeer ernstig, kostte vele levens. Vliegers moeten de hoge muren rond hun domein slechten en weer de juiste 'engineering expertise' dulden om hun opleiding en handelen te (kunnen) verbeteren en onnodige ongevallen te voorkomen. Luchtvaartinspecties zouden hierop weer moeten toezien, alsook op de correcte inhoud van vliegertrainingen.

4.8.22. De luchtwaardigheidsvoorschriften van EASA en FAA (CS/FAR 25 en 23) schieten ook tekort op het gebied van het vliegen met uitgevallen motoren. Er is geen eis om de rolhoek, die wordt toegepast bij het bepalen van V_{MCA} , samen met de V_{MCA} -data in de sectie limieten van een vliegtuighandboek te publiceren, met andere woorden dat bij het instellen van maximum asymmetrisch vermogen alleen rechtuit zou moeten worden gevlogen terwijl een kleine rolhoek weg van de uitgevallen motor(en) wordt aangehouden om V_{MCA} zo laag mogelijk te houden, om de sliphoek (de weerstand) te verkleinen, en daardoor de klimprestaties zo groot mogelijk te maken.

4.8.23. Vliegtuighandboeken zouden vliegers in de motor-noodprocedures moeten waarschuwen om geen bochten (over de levende of de dode motoren) te draaien met hoog asymmetrisch vermogen, doch eerst rechtuit te klimmen naar een veilige hoogte en daar te accelereren naar een veilige snelheid en vervolgens met een (tijdelijk) lager dan maximum asymmetrisch vermogen een bocht te maken. De 12 nm lange rechtlijnige nadering, die is voorgeschreven wanneer twee motoren zijn uitgevallen, is nodig om in stapjes de snelheid te reduceren tot een veilige maar wel hogere landingssnelheid dan normaal, om daarna vanaf 6 nm zoals gewoonlijk stabiel te dalen vanaf 2000 ft hoogte. Dit hadden ook waardevolle conclusies kunnen en moeten zijn van de parlementaire enquête.

4.8.24. De vraag was "deelt u die mening". Getuige had alleen maar oog voor de langere route tot Barneveld of nog verder, en de nadelen ervan. Maar een langere route zou juist gunstig zijn geweest voor het voorbereiden van een landing met twee overgebleven motoren, zoals hierboven beschreven, voor het verlagen van het landingsgewicht omdat meer brandstof zou kunnen worden gedumpt en voor een langere eindnadering met twee uitgevallen motoren en met schade aan de vleugels, gedurende welke de snelheid stapsgewijs zou kunnen worden gereduceerd, onder regelmatig testen van de bestuurbaarheid onder de actuele condities. Was hij maar bij Barneveld uitgekomen, dan had hij meer tijd gehad om de landing goed voor te bereiden, en had hij geen catastrofaal gebleken laatste bocht hoeven te maken.

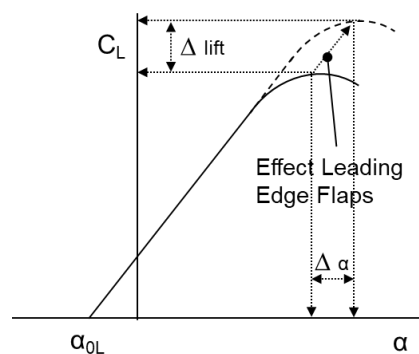
4.9. De heer **Van den Doel**: "Goed, dan gaat het om de kortste route terug naar Schiphol. Nu kijk ik echter naar het vliegtechnische aspect. Als men zich daarvan bewust geweest was bij de

verkeersleiding en men had het vliegtuig linkerbochten laten draaien, wat de bestuurbaarheid ten goede was gekomen, zou de vlucht dan een ander verloop gehad hebben"?

De heer G.: *Ik denk uiteindelijk niet, omdat de problemen pas echt ontstonden... In eerste instantie was het vliegtuig, weliswaar met moeite, nog onder controle te houden, maar de echte problemen zijn pas ontstaan bij het selecteren van flaps. Die werkten maar aan één kant van de vleugel en genereerden daar extra draagvermogen. Aan de andere kant, waarvan de motoren waren afgefallen, deden die flaps het niet. Er waren ook al beschadigingen aan het vleugeloppervlak, waardoor die vleugel minder lift gaf. Daardoor was het vliegtuig niet meer te controleren, zelfs niet met maximale roeruitslagen.*

4.9.1. Feiten en uitleg. Het vliegtuig was inderdaad, tot aan de inzet van de laatste bocht onder controle te houden met grote uitslagen van het linker rolroer ('flaps one' was geselecteerd), van de 'inboard ailerons' en de 'roll-assisting spoilers' en van het richtingsroer omdat de snelheid hoog genoeg was en het motorvermogen op de linker motoren niet maximaal.

De echte problemen ontstonden niet bij het selecteren van flaps. Flaps zijn de uitschuifbare kleppen aan de voor- en achterranden van de vleugels die de draagkracht van een vleugel bij lage (start- en landings) snelheden vergroot. Volgens het Rapport van Ongeval (Ref. A)



Figuur 6. Toename lift door leading-edge flaps bij grote invalshoek (bij lage snelheid).

werd 'flaps one' in de cockpit gezegd en geselecteerd op 17:31:40 UTC toen het vliegtuig in noordelijke richting vloog. Die stand van de flaphendel selecteert maar een deel van de kleppen aan de voorrand van de vleugels. De flaps aan de voorrand hebben echter alleen effect, genereren alleen extra draagvermogen, bij grotere invalshoeken (α), d.w.z. bij lagere vliegsnelheid dan de gevlogen snelheid van 260 kt, zie Figuur 6. Uit FDR-data blijkt niet dat het selecteren van (een deel van de) flaps van invloed was op de bestuurbaarheid. Volgens de FDR-data (Ref. G, Figuur 15, net voor event ⑩) namen de rolhoek en de rolstuurinvoer zelfs af, in plaats van toe. De benodigde roeruitslagen tijdens deze vluchtfase waren bij lange na niet maximaal. Het vliegtuig bleef

na het selecteren van 'flaps one' bestuurbaar, zoals blijkt uit objectieve FDR-data, in tegenstelling tot wat getuige beweert, en wat de parlementaire Enquêtecommissie in zijn eindrapport schreef (Ref. B, pag. 11).

4.9.2. Wat belangrijker is voor de bestuurbaarheid, en waarschijnlijk ook de reden dat de 'flaps one' al tijdig werd geselecteerd, is dat daardoor de 'outboard ailerons' worden 'unlocked' en de rolstuurbewegingen gaan volgen, waardoor de vlieger een grotere 'roll control power' ter beschikking krijgt. Met de flap hendel op nul ('flaps up') wordt de laterale besturing alleen verzorgd door de 'inboard ailerons', aangevuld door de 'roll-assisting spoilers' op de vleugel bij rolstuuruitslagen groter dan 8°.

Een deel van de 'leading edge flaps' aan de voorrand van de rechtervleugel was beschadigd/ verdwenen door het afbreken van de motoren, en de vleugel daarachter was beschadigd. Dit zal negatieve invloed hebben gehad op de stroming rond de vleugel en dus op de liftproductie, zoals in § 4.7.2 hierboven besproken, maar het vliegtuig bleef bestuurbaar. Volgens Ref. A (§ 1.12.2) bleef 'flaps one' geselecteerd tot aan de crash; de 'leading-edge flaps' waren deels uit, wat bij de stand 'flaps one' hoort, de 'trailing-edge flaps' aan de achterrاند van de vleugels waren niet uitgeschoven.

4.9.3. De echte problemen ontstonden toen de laatste bocht werd ingezet en de rolhoek toenam, en bovendien de gashendels naar voren werden geschoven waardoor het asymmetrische motorvermogen, het motorgiermoment, maximaal werd. De richtings- en

rolroeren konden niet ver genoeg worden uitgeslagen, en de snelheid was te laag, om de benodigde tegen-gier- en -rolmomenten te genereren om het evenwicht van krachten en momenten te kunnen handhaven. De actuele V_{MCA2} werd door het gasgeven hoger dan de vliegsnelheid waarna de bestuurbaarheid verloren ging (zie Figuur 4 in § 4.8.12 hierboven). Een betere analyse zou kunnen worden gemaakt na het beschikbaar komen van het Factual Report van de NTSB met FDR-data, dat nog opgesloten ligt in het Nationaal Archief. De getuige heeft de objectieve FDR-data blijkbaar niet gezien, of kon deze niet interpreteren.

4.9.4. Conclusie. Deze getuige blijft maar hameren op de flaps, maar heeft niet aangetoond dat de bestuurbaarheid daardoor verloren ging. Hij heeft de FDR-data waarschijnlijk niet eens gezien, of kon die niet interpreteren. Hij was ook niet op de hoogte van de krachten- en momentenleer; natuurkunde is overal, ook in vliegtuigen. Volgens het Rapport van Ongeval (Ref. A) was 'flaps one' geselecteerd, waardoor slechts een deel van de leading-edge flaps uitschoven, en niet de trailing edge flaps. Het vliegtuig bleef na het selecteren van de flaps bestuurbaar. De bestuurbaarheid ging verloren toen tijdens een bocht de gashendels naar voren werden geschoven. De zwaartekracht oefende een grote aantrekkingskracht uit op het vliegtuig. Een vliegtuig is niet ontworpen om tijdens een bocht met maximaal asymmetrisch motorvermogen weerstand te bieden tegen de zwaartekracht en bestuurbaar te blijven; het is geen eis in de luchtwaardigheidsvoorschriften. Vliegers worden daarover niet (meer) geïnformeerd; deze informatie is helaas geschrapd uit opleidingen gedurende de laatste 40 – 50 jaren, vermoedelijk omdat dit niet werd begrepen door vlieginstructeurs.

4.10. De heer **Van den Doel**: *"Begrijp ik goed uit uw woorden dat er in de opleiding, in de praktijk geen dwingende regels zijn voor piloten dat als er twee motoren uitgevallen zijn, je dan over de levende motor zou moeten vliegen"?*

De heer G.: *"Nee, daar zijn geen bindende voorschriften voor. Er wordt alleen even gememoreerd in een soort aandachtspuntenlijstje dat het gemakkelijker is, of in ieder geval wat meer marge geeft om in dit geval linksom te draaien. Maar dat is niet bindend".*

4.10.1. Uitleg. In zijn antwoord op de vraag in § 4.8 hierboven verklaarde getuige dat dit in procedures staat. Zo'n aandachtspuntenlijstje bestaat niet, en als dat wel zo is, dan is dat pertinent fout. Zoals ook moge blijken uit de uitleg op het antwoord van die vraag ontbreekt het aan echt goede vliegeregels, niet alleen voor het geval dat er twee motoren zijn uitgevallen, maar zelfs ook al voor het uitvallen van maar één motor. De marges zijn in de uitleg op die vraag ook besproken. De aerodynamische stuurvlakken van een vliegtuig zijn niet ontworpen om bij hoog asymmetrisch vermogen bochten te kunnen draaien, maar alleen om daarmee rechtuit te vliegen.

4.10.2. Conclusie. Ervaren verkeersvlieger kapitein G. bleek niet op de hoogte van vlieg eigenschappen van een vliegtuig nadat één of meer motoren zijn uit- of afgevallen, en concludeerde helaas dus niet dat de opleiding van vliegers terzake van dit onderwerp tekortschoot. Het is beschamend dat de vlieger-getuige zelfs in het gehele verhoor de minimumbestuurbaarheidssnelheid van een vliegtuig, die van groot belang is voor en na motoruitval, niet noemt. Zijn opleiding schoot dus ook al schromelijk tekort. Er werd niets goeds geleerd van deze getuige. Bij de schrijver dezès is het vertrouwen in de vliegopleiding van de KLM behoorlijk geschaad; het ontbreekt daar blijkbaar aan engineeringkennis op hoog niveau.

4.11. De heer **Van den Doel**: *"Wordt er in de opleiding heel expliciet aandacht besteed aan een situatie waarin er twee motoren zijn uitgevallen"?*

De heer G.: *"Ja, de opleiding is voor een groot deel toegespitst op allerlei problemen, vooral veroorzaakt door het verlies van motorvermogen. In de opleiding tot gezagvoerder wordt speciaal aandacht besteed aan het niet meer functioneren van twee motoren aan één kant van het vliegtuig."*

4.11.1. **Uitleg.** De vraag is of dit echt zo is, mede gezien het feit dat er in moderne vliegtuighandboeken niet meer over wordt geschreven. Bovendien verrichtten de vliegers van de Boeing 747 handelingen waaruit blijkt dat zij niet op de hoogte waren van de vliegbeperkingen na uitval van twee motoren; ze gaven tijdens de laatste bocht volgas waardoor de bestuurbaarheid verloren ging. In de Raad voor de Luchtvaart hadden enkele kapiteins zitting, en ook die hadden blijkbaar niet de kennis die nodig is om met twee uitgevallen motoren veilig door te vliegen, en om de juiste conclusies tijdens het onderzoek te trekken.

De eis voor het bepalen van de minimumbestuurbaarheidssnelheid wanneer twee motoren zijn uitgevallen (V_{MCA2}) is – onterecht – vervallen, zoals in § 4.8.10 hierboven al genoemd. In vliegtuighandboeken is de definitie van de minimumbestuurbaarheidssnelheid na uitval van één motor (V_{MCA} of V_{MCA1}) verre van compleet en incorrect; de definitie van de minimumbestuurbaarheidssnelheid na uitval van twee motoren ontbreekt zelfs. V_{MCA2} is veel hoger dan V_{MCA1} en had in het Flight Manual van de Boeing 747 moeten staan, omdat V_{MCA2} al van toepassing is anticiperend op de uitval van een tweede motor. Vliegers worden daarover dus niet (meer) geïnformeerd. Onkunde slaat om zich heen. Ingenieurs wordt blijkbaar niet meer gevraagd om boeken en lesprogramma's te beoordelen op overeenkomst met bouw- en vliegproefvoorschriften; vliegers denken het allemaal zelf wel te kunnen (met hun beperkte kennis van krachten en momenten op slechts het niveau van de middelbare school). De beoordeling van de opleiding door de overheid schiet blijkbaar ook tekort.

4.11.2. **Conclusie.** Uit het antwoord van kapitein G., die de opleiding tot gezagvoerder heeft gevolgd, blijkt dat de speciale aandacht voor problemen veroorzaakt door het niet meer functioneren van twee motoren in de opleiding tot gezagvoerder tekortschiet. Dit onderwerp in de KLM-opleiding tot gezagvoerder zou hoognodig eens door echte deskundigen moeten worden beoordeeld.

4.12. De heer **Van den Doel**: *"Nu hebben wij het hier natuurlijk niet over motoren die uitgevallen zijn, waarvan het motorvermogen is weggefallen. Wij hebben het hier over de wat exceptionele situatie dat er twee motoren van het vliegtuig zijn afgefallen. Wordt die situatie in de opleiding en training geoefend met piloten?"*

De heer G.: *Bij mijn weten wordt dat niet in de specifieke basisopleiding aan de orde gesteld. Ik weet wel dat er naar aanleiding van de Bijlmerramp in ieder geval in Nederland op basis van de aanbevelingen van de Raad voor de luchtvaart aandacht is besteed aan dat onderwerp en dat er ook getraind is met een combinatie van problemen bij het vliegen van vliegtuigen met meer dan twee motoren. Niet zozeer het feit dat de motoren van het vliegtuig zijn afgefallen heeft tot problemen geleid, maar wel het feit dat ook de vleugelvoorrand is beschadigd, met de flaps die voor meer lift zorgen. In feite was het een combinatie van storingen. Er worden periodiek – bijna elk half jaar – examens afgenomen en tussentijds wordt nog getraind. Heel vaak zit in die training verweven een vrij onlogische en vervelende combinatie van storingen die normaliter niet zou mogen plaatsvinden.*

4.12.1. **Uitleg.** Afgefallen motoren in dit geval is in feite driedubbel pech. Niet alleen de stuwkracht van twee motoren is verloren gegaan, maar ook het gewicht ervan aan dezelfde vleugel. Daarbij komt dat de afvallende motoren de rechtervleugel beschadigden. De 'leading edge flaps' van die vleugel waren deels verdwenen of beschadigd, maar hebben een functie bij lage vliegsnelheid, wanneer de invalshoek groot is. Toch verloor de rechtervleugel veel draagkracht. De 'trailing edge flaps', de kleppen aan de achterrand van de vleugel die voor meer lift zorgen bij lage naderings- en landingssnelheid, waren niet beschadigd, zo blijkt uit Ref. A, § 1.12.3.1, maar waren ook nog niet uitgeschoven. Opnieuw spreekt getuige niet over de bestuurbaarheid na het afvallen, en dus uitvallen van een of meer motoren.

De gevolgen van het verlies van stuwkracht zijn al behandeld in de uitleg in § 4.7.3 hierboven, de gewichtsonbalans tussen beide vleugels al in § 4.7.4.

Het is nu wel duidelijk dat het uitvallen en afvallen van motoren niet of niet juist in de

opleiding en training van deze vlieger-getuige is behandeld. De krachten en momenten die op een lichaam (ook op een vliegtuig) werken is leerstof voor VWO en HAVO, wat mede de reden is dat aspirant-vliegers het pakket wis- en natuurkunde moeten hebben gevolgd om tot de vliegopleiding te worden toegelaten. Met deze basiskennis moet een vlieger een combinatie van storingen kunnen analyseren, ook zonder specifieke training over die combinaties. Deze vlieger-getuige kletst maar wat; zeer teleurstellend.

4.12.2. **Conclusie.** De situatie dat twee motoren van een vliegtuig zijn afgevallen wordt dus niet goed geoefend in de opleiding en training van KLM-vliegers. De onkunde heeft ook daar toegeslagen.

4.13. De heer **Van den Doel**: *"Ik begrijp dus goed dat tot 1992, tot de Bijlmerramp, hieraan geen aandacht werd besteed in de opleiding? Na 1992 wordt, op basis van de aanbevelingen in het rapport van de Raad voor de luchtvaart bij het opleiden en trainen van piloten aan deze bijzondere situatie aandacht geschonken".*

De heer G.: *Ja en aan andere mogelijke bijzondere combinaties. Dat gebeurt in ieder geval in Nederland.*

4.13.1. **Uitleg.** Het is twijfelachtig of er aan deze bijzondere situatie en aan andere mogelijke bijzondere combinaties de juiste deskundige aandacht werd en wordt geschonken. De zes in § 1.6 genoemde ongevallen die na 1992 alleen al in Nederland gebeurden, en meer dan 400 soortgelijke ongevallen daarna in andere landen, werden veroorzaakt door het gebrek aan kennis en training in het omgaan met een vliegtuig waarvan één of meer motoren zijn uitgevallen, soms ook in combinatie met andere gebreken. Daarbij komt dat het ook bij het toezicht op vliegopleidingen blijkbaar ontbreekt aan kennis, evenals bij ongevallenonderzoekers.

4.13.2. Dat acht jaar na de Bijlmerramp nog niets was veranderd moge blijken uit het volgende:

Op 19 sept. 2000 heb ik op uitnodiging van de voorzitter van de Vliegveiligheidscommissie van de Vereniging Nederlandse Verkeersvliegers (VNV) een lezing in het verenigingsgebouw te Badhoevedorp verzorgd over het vliegen met uitgevallen motoren. Ter voorbereiding daarvan vroeg ik hem inzage in het *Airplane Flight Manual* van de Boeing 747. Hij – tevens vlieginstructeur – nodigde mij toen ook uit voor een vlucht in de simulator van een Boeing 747-200/300. Tijdens die vlucht vroeg ik of de simulator ook n-2, een vlucht met twee uitgevallen motoren aan één vleugel, goed kon simuleren. Dat kon, was het antwoord, en wij crashen niet, zo sprak hij zelfverzekerd, verwijzend naar de Bijlmerramp. Dat wilde ik dan wel eens zien. Ik vroeg hem daarom de twee motoren aan de rechtervleugel uit te zetten en, zoals bij vliegproeven om V_{MCA} te bepalen, de snelheid langzaam te reduceren, totdat het vliegtuig bijna begon te gieren, d.w.z. tot de heading begon te veranderen, dus tot V_{MCA2} . Ik vroeg voor de zekerheid nog maar eens, kun je nu op deze snelheid een bocht draaien? Jazeker, was het antwoord, geen probleem. Nou doe dat dan maar eens. Een paar tellen later 'crashten' we; de KLM-instructeur schrok ervan en zei iets van "damn". Hij had voor het eerst kennis gemaakt met V_{MCA2} en niet verwacht dat dit zou gebeuren. Het KLM-manual uit 1978 (§ 4.8.14 hierboven) was al in de vergetelheid geraakt; de training niet meer toereikend.

Wat er gebeurde is dat de actuele minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA2} bij het aanrollen van een bocht, terwijl het asymmetrische motorvermogen maximaal was, uitsteeg boven de vliegsnelheid (Figuur 4) waarna de bestuurbaarheid verloren ging (§ 4.8.13). De actuele $V_{MCA(2)}$ wordt niet op instrumenten weergegeven; het is een sluipmoordenaar. En juist dat hebben de El Al vliegers ook ervaren.

4.13.3. Hieruit bleek dat er toen, acht jaar na de ramp, nog steeds geen aandacht werd geschonken aan deze bijzondere situatie tijdens de trainingen van KLM-vliegers. Het sterke

vermoeden bestaat dat er anno 2025 nog steeds niets is veranderd, en dat engineering kennis ter zake buiten de deur wordt gehouden.

4.13.4. **Conclusie.** Ook na 1992 werd, in tegenstelling tot wat getuige beweert, niet toereikend aandacht geschonken aan de bijzondere situatie dat motoren van vliegtuigen uit- en/of afvallen. Een goede vraag van de enquêteur, maar een zeer teleurstellend antwoord. Het wordt steeds duidelijker dat het bij training organisatie(s) vermoedelijk ontbreekt aan engineering kennis op hoog niveau, waardoor de opleiding in het vliegen met uitgevallen motor(en) niet toereikend is om ongevallen te voorkomen.

4.14. De heer **Van den Doel**: *"Wij hebben vanmorgen kunnen zien, dat de ontwikkelingen zich in een bijzonder snel tempo hebben voltrokken. Het duurde vanaf de eerste MAYDAY-call tot de crash nog geen acht minuten. Zou u voor ons kunnen schetsen hoe in die acht minuten de situatie in de cockpit is geweest? Met welke zaken heeft de bemanning, de piloot en de co-piloot, zich in zo'n situatie beziggehouden?"*

De heer G.: *Dat is uiteraard een beetje giswerk, omdat de cockpit voice recorder ontbreekt. Daar staan vaak heel interessante dingen in, juist over hetgeen de bemanning bewogen heeft om bepaalde dingen te doen of juist niet te doen. In mijn beleving is de vlucht vrij probleemloos verlopen totdat op een gegeven moment problemen ontstonden met beide motoren. Op het moment dat twee motoren het niet meer doen, zeker in dit geval, waarin er beschadigingen aan de voorrand van de vleugel waren, ontstaat er een gigantische werkdruk.*

De heer **Van den Doel**: Wat verstaat u onder fysieke belasting?

De heer G.: *Door het uitvallen van de motoren aan een kant moet, om het vliegtuig nog min of meer in balans te houden, het voetenstuur vol ingedrukt worden. Die besturing gaat vrij zwaar. Dat moet met zoveel kracht gebeuren, dat je na vijf minuten al met een trillend been zit van de spanning in de spieren. Dat kan in dit geval nog onvoldoende zijn geweest, vanwege de defecten aan de voorrand van de vleugel. Dan moet extra uitslag worden gegeven met de ailerons en de spoilers. Daardoor moet je ook uitslag geven met de stuurkolom. Ook als je dat een tijd doet kost dat behoorlijk kracht. Je kunt die kracht wel een beetje wegtrimmen, zodat je minder hard hoeft te drukken, maar de vraag is of daar tijd voor is geweest en of alle krachten tot de maximale uitslag zijn weg te werken.*

4.14.1. **Uitleg.** De werkdruk wordt zeker hoog na het verlies van twee motoren. Maar de beschadiging van de vleugelvoorrand heeft daarop niet veel invloed gehad (§ 4.9.1 hierboven). Het vliegtuig bleef namelijk bestuurbaar.

De heer G.: *Men moet niet alleen nadenken en aparte procedures pakken, maar überhaupt wordt het besturen van het vliegtuig in zulke complexe situaties bewust overgelaten aan de gezagvoerder, die de meeste ervaring heeft. Daar komt bovenop, dat hij een aantal dingen moet gaan plannen. Hij moet nadenken wat hij achtereenvolgens moet gaan doen. De werkbelasting wordt daardoor heel hoog. Je zou het niet zozeer verwachten, maar na een aantal minuten wordt ook de fysieke belasting heel zwaar.*

4.14.2. **Uitleg.** De fysieke belasting wordt heel zwaar als de stuurkrachten enorm toenemen. Uit FDR-data (Ref. G) blijkt echter dat rolstuur en voetenstuur niet maximaal werden uitgeslagen; rolstuur gemiddeld 35°, het linkerpedaal ¾ van het maximum. Dit komt mede doordat de vliegsnelheid vrij hoog was. De stuurkrachten worden niet gemeten en geregistreerd op de FDR, maar kunnen wel (grotendeels) worden weggetrimd met rol- en ruddertrimwielen in de cockpit. Vliegers zijn gewend dat te doen om de stuurkrachten te verminderen en doen dat 'tussendoor', zonder erbij na te denken.

Maximum richtingsstuur is doorgaans alleen maar nodig bij lage (landings)snelheid indien ook max. stuwkracht door de motoren wordt geleverd, om het motorgiermoment tegen te werken, of om op te sturen tegen een dwarswind. Als het rolstuur meer dan 8° wordt gedraaid, dan werken ook de spoilers mee aan de laterale besturing. Door het wegvallen van

hydraulische druk van motoren 3 en 4 was er minder laterale control power beschikbaar. De rechter outboard aileron werkte niet meer en de inboard ailerons maar op 50%. Een deel van de spoilers deed het ook niet meer. Toch bleef het vliegtuig bestuurbaar bij de gevlogen snelheid en power setting.

4.14.3. Uiteraard moet er worden gepland, en nagedacht wat te doen. Maar daarvoor zijn grotendeels procedures ontwikkeld die dan wel moeten worden gevolgd. Procedures zijn zodanig ontworpen dat een gemiddelde vlieger zonder al te veel na te hoeven denken veilig kan doorvliegen. Maar er was vermoedelijk ook paniek. Men had haast om terug te keren, bleef dichtbij het vliegveld, volgde procedures niet, en luisterde ook niet naar de instructies van de verkeersleiding.

4.14.4. **Conclusie.** Door niet de voorgeschreven procedures na de uitval van twee motoren te volgen, en te dicht bij het vliegveld te blijven mislukte de nadering en waren manoeuvres nodig waarvoor het vliegtuig niet is ontworpen en getest, en crashte het vliegtuig.

4.15. **De heer Van den Doel:** *"Dus los van de geestelijke belasting en de stress van dat moment is er ook nog een geweldige fysieke belasting"?*

De heer G.: *Ja, zeker met zo'n moeilijk bestuurbaar vliegtuig. Het is fysiek vrij zwaar om sowieso te proberen het recht te houden.*

4.15.1. **Uitleg.** In aanvulling op de verklaring hierboven was de benodigde rolstuurinput met het stuurwiel gedurende de laatste 20 sec. van de vlucht 90° (door de toegenomen stuwkracht van motoren 1 en 2), in de 60 sec. daaraan voorafgaand 60° en daarvoor gemiddeld 35°. De werking, het bereik van de rolstuurtrim en de stand van de trim zijn niet gerapporteerd in het Rapport van Ongeval (Ref. A).

4.15.2. **Conclusie.** De fysieke belasting (voor twee mannen) bij de nog vrij hoge snelheid van 270 kt, en met minder dan het maximale motorvermogen zal wel meegevallen zijn.

4.16. **Mevrouw Oedayraj Singh Varma** (Ref. H, pag. 172): *"Bij de volgende vraag wil ik u ook vragen, aan te wijzen wat er gebeurde. De piloot kiest voor baan 27. De snelheid was 338 knopen. De hoogte was 4100 voet. Hij was tien mijl voor baan 27 en vier mijl links daarvan. Had hij in deze situatie vrijwel onmiddellijk op baan 27 kunnen invliegen"?* (Zie ook de vraag aan de verkeersleider, § 3.3 hierboven).

De heer G.: *"Bedoelt u dat hij relatief aan de zuidkant van het verlengde van de baan zat"?*

Mevrouw Oedayraj Singh Varma: *"Ja".*

De heer G.: *Het voordeel was dat hij die baan in zicht had. Het is heel lastig dat soort dingen van de instrumenten voor je af te lezen. Als je het vliegveld ziet liggen en weet in welke richting de baan ligt, kun je de dingen veel gemakkelijker inschatten en daarop anticiperen. In theorie kan het mischien, maar ik vraag mij af of het ook zijn intentie was. Het was vrij kort nadat hij een heel zware technische storing had gehad. Over het algemeen is het de bedoeling, in ieder geval te zorgen dat de procedures zijn afgewerkt en het vliegtuig weer min of meer stabiel is. Dan pas wordt aan de nadering begonnen.*

4.16.1. **Uitleg.** De piloot begon 28 sec. nadat de motoren eraf waren gevallen op ca. 16 nautische mijl (nm), is op 30 km afstand, van het vliegveld al een rechterbocht, inderdaad vrij kort na de zware storing, en niet bepaald na het afwerken van procedures en met een stabiel vliegtuig. Alleen al het lozen (dumpen) van brandstof zou 30 min. kosten, en de eindnadering zou op 12 nm, op het verlengde van de baan en op 2000 ft hoogte moeten beginnen. Hij wilde blijkbaar zo snel mogelijk terug om te landen, desnoods met overgewicht en rugwind, en verzuimde zijn procedures af te werken. Op de genoemde hoogte van 4.100 ft, vloog hij op een afstand van 13 km (= 7 nm) voor de baan, wat te hoog is om aan een stabiele eindnadering te beginnen. Hij zette de bocht niet door, maar vloog een paar

minuten door naar het noordwesten, kwam dus dichtbij de landingsbaan, en boog naar het noorden (360°) na advies van de verkeersleiding. Zoals blijkt uit de radiocommunicatie met de verkeersleiding was procedure bij EI Al om, wanneer twee motoren zijn uitgevallen, de eindnadering op 12 nm te beginnen op 2.000 ft hoogte om vanaf 6 nm met een daalhoek van 3° rechtuit naar de baan te vliegen. De snelheid moet dan al de naderingssnelheid zijn ($V_{REF} + \text{speed additives}$). Met twee uitgevallen motoren mag de naderingssnelheid niet lager zijn dan V_{MCA2} , waarvan de waarde niet genoemd is in het RvO (Ref. A) en niet bekend is, maar voor een British Caledonian Boeing 747-200 ca. 150 kt is ($V_{MCA2} + 5 \text{ kt}$ – tijdens rechtlijnige vlucht met $\approx 5^\circ$ rolhoek weg van de uitgevallen motoren). De normale landings-snelheid is afhankelijk van het landingsgewicht, maar ook die is niet gegeven in het Rapport van Ongeval (Ref. A), en kan niet worden berekend door het ontbreken van data (uit het Nationaal Archief). In dit geval, met al een grote rolstuuruitslag bij 260 kt, zou ook een hogere snelheid nodig zijn om de rolroeren voldoende 'control power' te geven om de vleugels recht te houden tijdens de nadering.

Een vliegtuig heeft ook een gecertificeerd maximumlandingsgewicht (MLW), in dit geval vermoedelijk 265.351 kg want het is in het RvO (Ref. A) niet vermeld, maar van een vergelijkbare Boeing 747-200 van British Caledonian overgenomen om een idee te krijgen. Het startgewicht was 338.300 kg, zodat – als het MLW correct zou zijn – ca. $338.300 - 265.351 = 72.950 \text{ kg}$ brandstof moeten worden verbruikt of geloosd vòòr de landing om te voorkomen dat het vliegtuig tijdens de landing door z'n wielen zou zakken, en niet tijdig op de baan tot stilstand zou kunnen komen als de landingsgestellen heel waren gebleven. Er was volgens het RvO (Ref. A) echter maar 72.000 kg brandstof aan boord, dus de gegeven getallen kloppen niet voor dit vliegtuig; de juiste getallen staan in het Airplane Flight Manual van het vliegtuig, maar dat is niet beschikbaar.

Dat het gewicht fors moest worden verlaagd vòòr de landing is wel duidelijk, en dat beseftte ook de captain, want volgens het RvO (ref. A, pag. 7) begon hij kort na de mayday melding al met het lozen van brandstof. Het lozen (2 ton per minuut) zou minstens een half uur duren. Hij zou dus nog tenminste die tijd moeten blijven vliegen op een hoogte boven 5000 ft, boven zee of onbebouwd gebied, zodat de brandstof verdampt voordat het de grond raakt, alvorens veilig te kunnen landen (wat het gewicht betreft). Behalve de te grote hoogte en de korte afstand tot het vliegveld was dit vermoedelijk ook een reden dat het vliegtuig nog een bocht heeft gevlogen en niet onmiddellijk op baan 27 is ingevlogen. Hij had dus eigenlijk naar zee moeten vliegen, naar het door de verkeersleiding aangewezen fuel dump gebied, en na het dumpen op baan 06 of 09 moeten landen, tegen de wind in. De vlieger-gedachte had dit ook moeten noemen, voor waarheidsvinding en als les voor de toekomst.

4.16.2. Aangezien hij te dicht bij het vliegveld bleef was een extra bocht nodig die liep over het centrum van Amsterdam. Gelukkig hoefde hij tijdens die bocht geen gas bij te geven.

4.16.3. **Conclusie.** Duidelijk is dat de procedures niet waren afgewerkt voordat aan de nadering werd begonnen. Hij had dus niet onmiddellijk op de baan kunnen en moeten invliegen, maar de tijd moeten nemen om op grotere afstand procedures af te wikkelen en het gewicht te reduceren en daarna in een rechtlijnige vlucht terug te keren naar Schiphol.

4.17. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Wat zou het voor gevolgen hebben gehad als hij die route had gekozen, dus als hij rechtstreeks was ingevlogen?"*

De heer G.: *"Dan was de vlucht iets korter geweest, maar dan zou hij de flaps wat eerder hebben geselecteerd, dus niet na het tweede rondje. Ik denk dat hij dan alsnog in de problemen was gekomen".*

4.17.1. **Uitleg.** Hij vloog te hoog, te snel, was te dichtbij het vliegveld, en was vermoedelijk ook nog veel te zwaar. Als hij rechtstreeks was ingevlogen, dan zou hij te hoog boven de baan uitkomen en/of had op lage hoogte nog een bocht naar links moeten draaien. Het maken van bochten met uitgevallen motoren is zeer gevaarlijk als de gashendels (van de

overgebleven motoren) naar max. (moeten) worden geschoven, zoals hierboven in het antwoord op de vraag in § 4.8 is uitgelegd, zeker bij (te) lage snelheid. Daarom is een rechtlijnige nadering van grotere afstand veel veiliger, en altijd voorgeschreven. British Caledonian adviseert voor een Boeing 747-200 ook een lange straight-in approach vanaf 12 nm wanneer twee motoren zijn uitgevallen.

4.17.2. **Conclusie.** Dan had hij geen veilige stabiele nadering en landing kunnen uitvoeren.

4.18. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: Hij had dus problemen gekregen bij het landen?

De heer G.: *"Bij het selecteren van de flaps".*

4.18.1. **Uitleg.** Volgens het rapport van ongeval (Ref. A, § 1.12.2) waren de helft van de leading edge flaps wel, maar de trailing edge flaps (aan de achterrand van de vleugel) bij impact niet uitgeschoven. De outboard trailing edge flaps zouden niet hydraulisch uitgeschoven kunnen worden na het verlies van de hydraulische druk van motoren 3 en 4, maar wel door elektrische actuators als alternatief. De inboard trailing edge flaps werken op hydraulische druk van motor 1 dat beschikbaar was. Deze flaps waren bovendien niet beschadigd en zouden op zich dus geen probleem hebben gegeven bij het landen. Het grote probleem bij nadering en landing van te dichtbij is niet alleen dat het uitschuiven van de flaps en het uitzetten van het landingsgestel op lagere of geen hydraulische druk waarschijnlijk langer duurt dan normaal, wat in beide gevallen pas laat wordt ontdekt, maar dat er ook manoeuvreerd, gedecelereerd én gedaald moet worden waarvoor een hogere snelheid én een grotere afstand nodig is. Het manoeuvreren op korte afstand van de baan bij lager wordende snelheid zou tot het verlies van bestuurbaarheid hebben geleid, of tot onvolledig landingsgestel en daardoor tot een crash.

4.18.2. **Conclusie.** Het selecteren van leading edge flaps heeft geen problemen gegeven voor de bestuurbaarheid, want het vliegtuig vloog daarna gewoon door. Het selecteren van trailing edge flaps zou ook geen problemen hebben gegeven want die waren niet beschadigd. Maar veilig landen zou onmogelijk zijn geweest door het te hoge landingsgewicht, en de te grote hoogte op de te korte afstand voor de baan. Er moest een tweede 'rondje' worden gevlogen om hoogte kwijt te raken.

4.19. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Had hij normaal kunnen landen"?*

De heer G.: *"Nee, ik denk het niet. Als hij al de bedoeling had om vanaf dat moment de nadering in te zetten, dus min of meer rechtstreeks binnen te vliegen, zou hij bij het selecteren van zijn flaps, die nodig zijn voor de landing, net als bij de uiteindelijke crash in problemen zijn gekomen".*

4.19.1. **Uitleg.** Hij was in de problemen gekomen, maar niet door de flaps. Als gezegd, de leading edge flaps waren al deels geselecteerd, en veroorzaakten geen problemen. De trailing edge flaps waren niet beschadigd, waren nog niet geactiveerd, en zouden kunnen worden gebruikt en geen narigheid hebben veroorzaakt. Van belang is wel dat bij afnemende snelheid een toenemende rolstuuruitslag nodig zou zijn om de vleugels recht te kunnen houden. De naderingssnelheid mag niet zo laag worden dat maximaal rolstuur nodig is, anders gaat de bestuurbaarheid verloren als een kleine correctie nodig zou worden en crasht het vliegtuig. De landingssnelheid voor dit geval zou dus veel hoger moeten zijn dan normaal, maar staat niet in de boeken. Er was immers sprake van een exceptionele situatie, twee afgefallen motoren en een beschadigde vleugel. Door tijdens het decelereren regelmatig een controllability check te doen (voeten- en rolstuur een beetje bewegen en reactie vliegtuig zien) kan de minimumnaderingssnelheid bepaald worden, maar daarvoor is wel een langere nadering recht voor de baan nodig, zoals ook in procedures wordt geadviseerd (12 nm). Militaire vliegers, zoals de captain van de El Al Boeing 747, zijn bedreven in het uitvoeren van een controllability check.

4.19.2. **Conclusie.** Door het hoge gewicht, de vlieghoogte en de veel hogere snelheid dan normaal had hij niet kunnen landen vanaf de genoemde positie, maar had grotere afstand nodig, van 12 nm, zoals niet zonder reden is voorgeschreven in procedures. Hij zou niet normaal aan het begin van de baan kunnen landen, en waarschijnlijk gedwongen zijn om een go-around uit te voeren om daarna opnieuw een rondje te vliegen, met de bijbehorende risico's.

4.20. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Hoe groot zouden die problemen zijn? Was hij gecrasht?"*

De heer G.: *"Ja".*

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Dan was hij ook gecrasht?"*

De heer G.: *"Ja, dan was het toestel ook onbestuurbaar geworden. Voorzover ik het kan analyseren, was dat het gevolg van het selecteren van flaps, een normale procedure. Daardoor heeft hij zoveel draagkracht voor de linkervleugel, de vleugel zonder beschadigingen, gegenereerd, dat het vliegtuig onbestuurbaar werd".*

4.20.1. **Uitleg.** Dat is wel wat kort door de bocht. Een Boeing 747 waarvan twee motoren zijn uitgevallen kan nog steeds veilig landen, maar dan moeten er wel procedures in het handboek staan en door de vliegers worden gevolgd. Dit kon niet worden gecontroleerd en bevestigd, omdat de procedures niet beschikbaar waren, en erover niet werd gerapporteerd in Ref. A. In een operationeel manual van British Caledonian van een Boeing 747-200 staan goede procedures voor nadering en landing met twee uitgevallen motoren; bovendien staat er dat van ruime afstand (12 nm) moet worden genaderd. Als hij rechtstreeks naar de baan was gevlogen dan had hij waarschijnlijk een go-around op twee motoren moeten maken, wat niet ongevaarlijk is, of het risico moeten nemen van een snelle daling en tegelijk ook snelheidsreductie, maar dat wordt niet getraind en is tegen de regels voor een stabiele veilige nadering. Maar dat wil nog niet zeggen dat je crasht. Zolang het vliegtuig bestuurbaar blijft kan het ook blijven vliegen.

Deze getuige noemt keer op keer de flaps, maar alleen een deel van de leading edge flaps waren geselecteerd ('flaps one'). Er wordt van uitgegaan dat een deel van de voorrand van de rechtervleugel beschadigd was, en daarmee ook een deel van de leading edge flaps. Er is in Ref. A echter geen flap asymmetrie geconstateerd n.a.v. de FDR-data. Het vliegtuig vloog na het selecteren van 'flaps one' gewoon door. Na het verlies van het gewicht van twee motoren rechts (ca. 10.000 kg) kon een rolstuur naar rechts worden verwacht om de zwaardere linkervleugel omhoog te houden. Er was echter een vrij grote rolstuuruitslag naar links nodig, zoals FDR-data (Ref. G, Figuur 15) laten zien, waaruit blijkt dat het verlies van lift van de rechtervleugel door de beschadigde leading edge flaps blijkbaar groter was dan het verlies van het gewicht van twee motoren.

Er is bovendien geen reden om aan te nemen dat de trailing edge flaps aan beide vleugels niet zouden werken als die tijdens de eindnadering zouden worden geselecteerd. Weliswaar was voor de outboard trailing edge flaps geen hydraulische druk beschikbaar, maar wel elektrisch vermogen als alternatief.

4.20.2. **Conclusie.** De flaps speelden geen rol bij het onbestuurbaar worden. Het gasgeven tijdens de laatste bocht wel, zoals eerder gemeld.

4.21. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Had hij eigenlijk geen keus meer?"*

De heer G.: *"Met de kennis die op dat moment in de vliegtuigindustrie aanwezig was, zou het vliegtuig sowieso zijn verongelukt, of het nu bij de eerste of de tweede keer was geweest. Naar aanleiding van deze analyse zijn er procedures aangepast. Dat geldt ook voor de training waar de heer Van den Doel naar vroeg, met betrekking tot storingen, heel complexe storingen, die normaal nooit zouden plaatsvinden. Als men van tevoren had geweten dan dit speelde en men had ervoor gekozen om geen flaps te selecteren, zou er misschien*

een kleine kans zijn geweest dat het vliegtuig uiteindelijk toch veilig was geland. Maar dat blijft heel speculatief. Die proeven zijn gedaan met een vluchtsimulator, maar, voorzover mij bekend, ging men ervan uit dat die vleugel verder onbeschadigd was. Dit vliegtuig had een sterk beschadigde vleugel en daardoor was er al minder draagkracht aan die kant van het vliegtuig".

4.21.1. **Uitleg.** De industrie levert met de Boeing 747 een veilig, goed en uitgebreid getest vliegtuig dat onder veel omstandigheden kan blijven vliegen, mits procedures worden begrepen en gehanteerd, en de vlieger is opgeleid om, zoals in dit geval, om te kunnen gaan met een vliegtuig waarvan twee motoren aan dezelfde vleugel zijn uitgevallen. Zo'n vliegtuig verongelukt alleen als er een incompetente verkeersvlieger aan het stuur zit, en beslist niet vanwege kennis bij de industrie, die toch wel op veel hoger niveau ligt dan die van deze getuige. De getuige zegt niet welke procedures zijn aangepast.

Uit dit getuigenverslag, en uit de andere verslagen blijkt absoluut niet dat getuigen, de onderzoekers of wie dan ook in staat zou zijn om vliegprocedures voor uitgevallen motoren aan te passen, want zij begrijpen absoluut niet wat er gebeurde en waarom het vliegtuig crashte. Als er procedures moesten worden aangepast, dan van de opleidingen tot vlieger, niet van het vliegtuig.

De vlieger-getuige blijft weer de flaps noemen, en doelt daarmee nu vermoedelijk op de trailing edge flaps, de flaps aan de achterrand van de vleugels, maar die waren waarschijnlijk niet beschadigd door de afvallende motoren. Een probleem met deze flaps zou zijn ontdekt tijdens de lange eindnadering, waarna de vlieger alsnog zou kunnen besluiten tot een 'flaps-up' landing, waarvoor ook procedures bestaan. De beschadiging van de rechter 'leading-edge flaps' was niet zo erg, het vliegtuig had immers nog twee bijna volledige bochten gedraaid bij de hoge vliegsnelheid. Wat deze getuige (opnieuw) niet noemt is de minimumbestuurbaarheidssnelheid (V_{MCA2}) van het vliegtuig, en de hogere benodigde vliegsnelheid om de overgebleven rolroeren effectiever te laten zijn, oftewel om te voorkomen dat de bestuurbaarheid tijdens bochten verloren zou gaan (zie § 4.9.3).

4.21.2. Zes maanden voor dit ongeval verloor een Boeing 707 vrachtvliegtuig boven de Franse alpen ook twee motoren van de rechtervleugel. Tijdens bochten onderweg naar het vliegveld werd de gashendel van motor 1 iets teruggetrokken, en die van motor 2 iets naar voren geschoven, waardoor de 'performance' gelijk bleef, maar het giermoment werd verkleind en kleinere roeruitslagen nodig waren waardoor de actuele minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA2} laag bleef. Dit advies staat ook in een Flight Crew Training Manual van Boeing 747-400 (pag. 3.30) wat deze getuige toch zou moeten kennen omdat dit type in 1989 bij de KLM in gebruik werd genomen. Ook zorgden de competente Boeing 707 vliegers ervoor dat de vliegsnelheid niet te laag werd, en werd 'flaps one' geselecteerd om de 'out-board ailerons' te 'unlocken', voor een groter beschikbaar rolmoment. Het vliegtuig landde veilig, maar liep nog wel van de baan af. Deze vliegers wisten hoe ze met een dergelijk gehavend vliegtuig moesten omgaan, ze waren goed opgeleid en getraind. Dit ongeval werd genoemd in het RvO (Ref. A, pag. 32) en, naar verluid, is ook de bemanning geïnterviewd, wat helaas niet heeft geleid tot betere analyse, conclusies en aanbevelingen van het Boeing 747 ongeval. De Commissie van Onderzoek begreep het verslag van de Boeing 707 vliegers blijkbaar niet, of wist niet wat te vragen. *'You only see what you look for, and you only look for what you know'*. Een gemiste kans door gebrek aan kennis op toereikend hoog niveau bij de Commissie van Onderzoek en de Raad voor de Luchtvaart.

4.21.3. In § 4.8.20 hierboven werd een vliegproef in een simulator genoemd die kort na het ongeval werd uitgevoerd. Gewichtsonbalans in en beschadiging van de vleugel werden gesimuleerd. De uitkomst daarvan werd blijkbaar ook niet begrepen.

4.21.4. **Conclusie.** Weer niet een deskundig antwoord. De vlieger had wel degelijk keus, hij had ook tijd, want er was geen brand uitgebroken, en het vliegtuig reageerde goed op stuurinputs. Als hij zijn procedures voor een landing met twee uitgevallen motoren had

gevolgd, en ook de route aanwijzingen van de verkeersleiding naar het door de captain zelf opgegeven 12 nm naderingsbeginpunt, dan had hij een goede kans gehad om het vliegtuig op Schiphol aan de grond te brengen, net zoals Boeing 707 vliegers 6 maanden daarvoor in Frankrijk, maar misschien wel met schade door het hoge landingsgewicht, de hogere landingssnelheid en de rugwind.

4.22. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Ik kom op de flaps straks nog terug. Ik ga een misschien wat vervelende vraag stellen. U heeft zojuist duidelijk aangegeven dat het vliegtuig ook rechtstreeks naar baan 27 had kunnen gaan en dat het überhaupt zou crashen. Zou het niet beter zijn geweest als het vliegtuig rechtstreeks naar baan 27 was gevlogen en niet de route had gevolgd waar nu voor gekozen is"?*

De heer G.: *"Uiteindelijk heeft de piloot ook geprobeerd te landen op baan 27, maar hij heeft eerst een rondje gevlogen".*

4.22.1. **Uitleg.** Hij heeft helemaal niet geprobeerd te landen, zover kwam hij niet. Tijdens de eerste ronde na het afvallen van de motoren volgde de vlieger niet de instructies op van de verkeersleiding die hem vectors (te vliegen koersen) verstrekke om uit te komen op het verlengde van baan 27, op 12 nm afstand (wat de vlieger zelf had gevraagd), en op een hoogte van 2000 ft. Hij bleef dicht bij de baan. Daarna luisterde de vlieger voor de tweede keer niet naar de koers-instructies, en zette de bocht naar de baan 30 sec. te laat in, waardoor hij opnieuw te ver zuid van de baan-as terecht kwam. De geduldige verkeersleider probeerde hem daarna alsnog op zo groot mogelijke afstand van de baan te krijgen om met een linkerbocht op het verlengde van de baan uit te komen voor een korter dan normaal 3° glijpad vanaf 1500 ft, i.p.v. 2000 ft. Tijdens de hiervoor benodigde rechterbocht gaf hij echter gas bij, en verloor de bestuurbaarheid. Als hij dat niet had gedaan, dan was hij wel gecrasht tijdens de linkerbocht op hoog vermogen naar de baan, in de richting van de goede motoren, tijdens welke hij de richtingsstuurinput had moeten omkeren, wat hij vermoedelijk niet wist.

Hij zou niet zijn gecrasht, zoals in bovenstaande uitleg al beschreven, als hij beter op de hoogte was geweest van de bestuurbaarheid van een vliegtuig na motoruitval, zoals de vliegers van de Boeing 707 (§ 4.21.2).

4.22.2. De enquêteur heeft helaas geen idee hoe een vliegtuig werkt. Getuige pakt ook niet de kans om dat eens goed uit te leggen.

4.22.3. **Conclusie.** Baan 27 lag te dichtbij, het vliegtuig moest hoogte reduceren en veilig naderen vanaf een afstand van 12 nm, zoals voorgeschreven, omdat rekening moet worden gehouden met de beperkte bestuurbaarheid van een vliegtuig na uitval van motoren bij de lagere nog vast te stellen naderings- en landingssnelheden. Er is zelfs een Approach And Landing Accidents Reduction (ALAR) werkgroep werkzaam om ongevallen in deze vlucht-fase te voorkomen door goede procedures te ontwikkelen.

4.23. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Ja, wat zou er gebeurd zijn als hij dat rondje niet had gevlogen"?*

De heer G.: *"En dan ook op baan 27 was geland"?*

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Ja".*

De heer G.: *"Dan was het vliegtuig ook gecrasht, omdat door het selecteren van die flaps de problemen zijn ontstaan. Ook na het vliegen van een derde rondje zouden bij wijze van spreken die problemen zijn ontstaan".*

4.23.1. **Uitleg.** Hij vloog, als gezegd, te dicht bij baan 27 en te hoog, en was waarschijnlijk ook nog veel te zwaar en kon niet rechtstreeks naar baan 27 vliegen om daarop te landen. Je kunt de neus van een vliegtuig niet zomaar naar beneden duwen, want dan loopt de snelheid op en overschrijd je wellicht de flap- en andere limieten. Er was dus nog een ruime

bocht nodig om na een geleidelijke daling op de juiste hoogte, en op ruime afstand (12 nm) recht voor de baan uit te komen. Alleen 'flaps one' werd geselecteerd, de helft van de leading edge flaps, en dat leverde geen problemen op. Problemen zijn ontstaan toen tijdens de rechterbocht naar de baan-as het asymmetrische motorvermogen werd verhoogd. Dat zou zeker ook gebeurd zijn in een linkerbocht naar het verlengde van de baan. Zoals eerder uitgelegd moet met een vliegtuig alleen maar rechtuit worden gevlogen als maximum asymmetrisch vermogen wordt ingesteld. Maar als de snelheid hoog genoeg was gebleven, en niet het maximaal vermogen op de twee linker motoren zou zijn geselecteerd, dan zouden er geen problemen zijn ontstaan; het vliegtuig vloog immers al geruime tijd op twee motoren. De inboard trailing edge flaps worden bediend door het hydraulisch systeem van motor 1, de outboard flaps door dat van motor 4 die er niet meer was. Voor het uitschuiven van de flaps is in een elektrisch alternatief voorzien. Het antwoord is niet juist, zoals ook in bovenstaande uitleg beschreven.

4.23.2. **Conclusie.** Als hij dat rondje niet had gemaakt, dan zou hij veel te hoog boven de baan zijn aangekomen, met veel te hoge snelheid, en op een gewicht ver boven het maximum toegestane landingsgewicht. Dan zou een go-around nodig zijn geweest, en alsnog een extra rondje. Er zijn door het selecteren van de flaps geen problemen ontstaan.

4.24. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma** (Ref. H, pag. 173). *"Maar dan was het vliegtuig niet op een woonwijk terechtgekomen".*

De heer G.: *"Dat ligt aan het moment van selecteren van die flaps. Als hij die misschien twee minuten eerder zou hebben geselecteerd, was het vliegtuig twee minuten eerder onbestuurbaar geworden en was het misschien net buiten dat gebied gecrasht. Ik weet niet precies hoe dat uitkomt op een topografische kaart".*

4.24.1. **Uitleg.** Weer die flaps. Getuige heeft het rapport van ongeval blijkbaar niet gelezen, en de FDR-data niet geanalyseerd. De bestuurbaarheid is niet verloren gegaan toen de flaps werden geselecteerd, maar tijdens een bocht toen de gashendels naar voren werden geschoven waardoor de snelheid, benodigd voor het genereren van voldoende grote stuurkrachten door de rolroeren en het richtingsroer om het krachten- en momentenevenwicht te kunnen handhaven, veel hoger werd. Met andere woorden, de actuele minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA2} nam sterk toe en steeg blijkbaar uit boven de actuele vliegsnelheid. De stuurorganen konden door de te lage vliegsnelheid niet meer voldoende tegenkrachten en -momenten leveren om het door het toegenomen motorvermogen verstoorde evenwicht te handhaven. Zie ook Figuur 4 in § 4.8.12 hierboven uit Ref. J.

4.24.2. **Conclusie.** Als de vliegers hun procedures hadden gevolgd, en ook de aanwijzingen van de verkeersleiding, dan was het vliegtuig op Schiphol geland, vermoedelijk wel met schade door het te hoge landingsgewicht, de hogere landingssnelheid, en de rugwind, maar niet in een woonwijk. De opleiding van de vliegers over het volgen van noodprocedures, en op het gebied van de bestuurbaarheid na motoruitval, schoot blijkbaar schromelijk tekort. Over de hele wereld is dit helaas het geval, getuige de vele ongevallen na motorstoring. Blijkbaar is de vlieger-getuige ook niet goed bekend met de bestuurbaarheid van vliegtuigen na motoruitval. Zou een goed punt zijn geweest voor aanbevelingen om de opleidingen te verbeteren.

4.24.3. Het is jammer dat deze getuige niet vanaf de eerste vraag van deze enquêteur de juiste antwoorden gaf, of eens geduldig uitlegde hoe de nadering om te landen moet worden gevlogen, en waarom. Het zou hem duidelijk moeten zijn geworden dat deze enquêteur geen enkele kennis had van vliegen, laat staan van de te volgen procedures. Hij greep niet de kans om dat eens uit te leggen, om zijn vak op een professionele manier te promoten. Heel teleurstellend. Deze getuige komt niet professioneel over; het ontbreekt hem bovendien aan expertise.

4.25. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: "Goed, dan ga ik met u naar wat wij noemen één van de complottheorieën. Vorige week heeft één van de getuigen die wij opgeroepen hebben verklaard dat het mogelijk was dat tijdens de vlucht een deur geopend werd en dat daar een motor uitgegooid is. Die motor is bij Marken in de buurt terechtgekomen. Kan dat? Wat vindt u hiervan?"

De heer G.: "Een motor die als vracht was meegenomen?"

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: "Ja, een motor die als vracht aan boord was. Hij gaat ervan uit dat zich een motor in het vliegtuig bevond, dat er een deur is geopend en dat die motor naar beneden gekieperd is".

De heer G.: "Het lijkt mij, eerlijk gezegd, uiterst onwaarschijnlijk, dat de bemanning zo'n beslissing neemt, want uiteindelijk moet de gezagvoerder dan zeggen: wij gaan maar lading lossen. Het openen van die deuren geeft gigantisch veel extra weerstand en dat leidt tot het verslechteren van vliegtuigprestaties. Dus dat moet je op dat moment niet doen, nog los van het feit dat de kans heel groot is dat die deur afscheurt en dat daardoor delen van het stuurvlak aan de achterkant van het vliegtuig worden beschadigd".

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: "Dus een piloot zou dat niet doen?"

De heer G.: "Iemand die bij zijn verstand is, zal dat zeker niet doen".

De voorzitter: "Ik heb een aanvullende vraag over dit specifieke onderwerp. U zegt dat een piloot dat onder normale omstandigheden nooit zal doen. Heeft hij de mogelijkheid om de deur te openen vanuit zijn stoel?"

De heer G.: "Nee, de mogelijkheid om die deur te openen zit vlakbij die deur. Dat is normaliter niet in de cockpit aanwezig, omdat dat ook nooit vanuit de cockpit gebeurt".

De voorzitter: "Dat betekent concreet bij een vrachttuig: als men dat zou willen, moet de gezagvoerder opdracht geven aan overige bemanningsleden, naar achteren in het toestel te gaan tussen de bevrachting door, daar de deur te openen om dan handmatig een dergelijke motor eruit te gooien?"

De heer G.: "Het is ook nog de vraag of die deur wel open kan. Er zit weliswaar een vrij sterke motor, maar of die bij hoge snelheden ook nog in staat is tegen de weerstand die ontstaat open te gaan, zou ik niet weten. De gezagvoerder zou inderdaad iemand opdracht moeten geven, die naar die deur toe moet lopen en pal naast die deur staand de deur moet bedienen".

De voorzitter: "Is de vracht dan mechanisch te lossen via die deur?"

De heer G.: "Er zijn wel hulpmiddelen voor, zoals katrollen. Ik zou niet weten of die tijdens de vlucht werken. Dit zitten op een apart systeem. Als het vliegtuig verder spanningsloos is, bijvoorbeeld ergens geparkeerd staat en bemanning en technici niet in de buurt zijn, kan beladingspersoneel het laden. Ik weet niet uit mijn hoofd of dat systeem ook onder spanning staat, dus min of meer aan staat, tijdens de vlucht. Ik verwacht eerlijk gezegd van niet, maar ik moet een slag om de arm houden".

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: "Kan ik de conclusie trekken dat een piloot niet bij zijn volle verstand zou zijn als hij een motor naar beneden zou laten kiepen?"

De heer G.: "Ik zou het in ieder geval nooit doen. Ik denk dat niemand dat zou doen".

4.25.1. **Uitleg.** In het 'Loading Manual' van het vliegtuig staat doorgaans dat een vrachtdoor op de grond bij harde wind (> 40 kt) al niet mag worden geopend, laat staan tijdens de vlucht wanneer de snelheid 260 kt is, bijna 500 km/h. De grote vrachtdoor die aan de linkerkant vooraan de romp is geplaatst (niet achteraan) zou inderdaad onmiddellijk afscheuren en schade veroorzaken aan het vliegtuig. Bovendien zou de sterkte van de romp ter plaatse van de deur afnemen en breuk van de romp (kunnen) veroorzaken. Er was ook maar één

(vrouwelijke) passagier. Wie had tijdens de initiële klim in een iets achteroverhellend vliegtuig, waarin alle lading bovendien is vastgesjord op pallets die aan de vloer zijn vastgeklemd, een tonnen wegende motor op zijn pallet naar voren (en omhoog) en daarna opzij moeten verplaatsen, naar en uit de vrachtdoor? De driekoppige bemanning was zo kort na de start nog bezig met de vertrekprocedure gedurende de klim, en met het uitvoeren van de noodprocedure na de separatie van twee motoren, en kon de cockpit helemaal niet verlaten. En wat zou de aanleiding zijn om zo'n motor, zo kort na de start te dumpen? Het openen van de deur, en het eventueel aanbrengen van katrollen, had dan al veel eerder, zelfs voor de start al moeten beginnen, en zeker nog voordat de twee rechtermotoren van de vleugel separeerden. Hoeveel tijd denkt u dat dit alles zou kosten? Onbegrijpelijke vragen waarover niet is nagedacht. Ook knap van die getuige dat hij blijkbaar op een afstand, resp. hoogte, van ≈ 2 km kon zien dat er een DC-3 motor werd gedumpt.

Een vrachtvliegtuig is geen vrachtauto of schip waar je zomaar iets overboord kunt kieperen. De deuren zijn dicht en kunnen en mogen tijdens de vlucht niet worden geopend, tenzij een vliegtuig daarvoor is ontworpen, zoals een C-130 Hercules waar de vrachtdoor/laadklep aan de achterkant zit. Bovendien staat de cabine al onder druk op 6000 ft hoogte, waardoor de deuren ook nog eens zijn vastgeklemd in hun sponningen ter afdichting.

4.25.2. Het is ook bij wet verboden om iets uit een luchtvaartuig te werpen, anders dan los fijn zand of brandstof om het gewicht te verlagen. Dat weet de getuige zeker ook.

4.25.3. **Conclusie.** Het is onmogelijk en ook niet toegestaan om lading uit een Boeing 747 naar buiten te kieperen. Dat is ook zeker niet gebeurd. Niet zo'n goede waarneming van de gehoorde getuige op de grond en niet zo'n slimme complottheorie, maar ook een onbegrijpelijk twijfelend en ondeskundig antwoord van de getuige-vlieger.

4.25.4. Waarom kapte deze getuige deze onzindiscussie niet af, en waarom ontbreekt het toch aan technisch inzicht en vliegtuigexpertise in de parlementaire enquêtecommissie, maar ook bij deze getuige? Ook wordt hier pijnlijk duidelijk dat een parlementaire enquête niet door ondeskundige Kamerleden moet worden uitgevoerd, en dat een gewone verkeersvlieger ook niet toereikend technisch inzicht heeft om tot waarheidsvinding te komen. De ondervragers stelden weliswaar enkele goede (eerste, wellicht gesouffleerde) vragen, maar het ontbrak aan kennis om met vervolgvragen door te dringen tot de echte problemen, tot de waarheid.

4.26. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Wij hebben al over de flaps gesproken. Vlak voor de crash riep de piloot in het Hebreeuws – ik spreek geen Hebreeuws, dus ik zeg het in het Nederlands – : flaps helemaal in en het landingsgestel uit. Kunt u uitleggen waarom dat geroepen is"?*

De heer G.: *"Ik denk dat hij dat eerst heeft geroepen omdat hij zich op dat moment realiseerde, dat de problemen die hij al had heel sterk verergerden en uiteindelijk leidden tot onbestuurbaarheid van het vliegtuig ten gevolge van het selecteren van de flaps. Dan is het logisch om die flaps weer terug te doen. Het toestel vloog al heel erg zwaar en moeilijk. Op het moment van het selecteren van de flaps bleek het in feite niet meer bestuurbaar. Het is wat speculatief, maar ik denk dat hij daarom heeft gevraagd de flaps weer in te doen".*

4.26.1. **Uitleg.** Nogmaals, een deel van de 'Leading Edge flaps' (sets 2 en 4) waren al geruime tijd uit (de flap hendel stond op 'flaps one'), waarmee het vliegtuig veilig kon doorvliegen; het vliegtuig bleef bestuurbaar. Uit het Rapport van Ongeval (Ref. A, § 1.12.2) blijkt niet dat een hogere flapstand was geselecteerd.

Vijftien seconden voordat de piloot om 17:35:41 UTC riep *"Raise all the flaps, lower the gear"* had hij de gashendels van motoren 1 en 2 naar voren geschoven, en begon het vliegtuig door te rollen naar rechts, ondanks zijn tegenstuur met rol- en richtingsroeren. Hij riep dat vermoedelijk omdat vol rolstuur naar links het doorrollen van het vliegtuig naar rechts niet kon voorkomen; de bestuurbaarheid was al verloren gegaan. Wellicht dacht hij toen aan een flap asymmetrie die zo'n beweging kan veroorzaken op lagere snelheid dan 260 kt.

Maar het vliegtuig was onbestuurbaar geworden, niet door de flaps, maar door het grote asymmetrische motorvermogen en de beschadigde rechtervleugel waardoor draagkracht verloren ging. De snelheid was te laag voor richtings- en rolsturen om toereikende krachten en -momenten te genereren tegen de toegenomen dwarskrachtcomponent van de zwaartekracht bij een rolhoek van 25° en andere laterale en directionele krachten en momenten, waaronder die als gevolg van de sliphoek (Ref. G, § 3).

Zoals eerder genoemd worden de richtings- en rolroeren niet groter gedimensioneerd dan nodig is om bij de minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MC} of V_{MCA} en met maximum asymmetrisch vermogen rechtuit te kunnen vliegen. De luchtwaardigheidsvoorschriften (Ref. E, § 25.149) vereisen niet dat er daarbij bochten moeten kunnen worden gemaakt. Zoals hierboven werd aangetoond neemt de actuele minimumbestuurbaarheidssnelheid heel veel toe wanneer een rolhoek wordt aangerold, zoals tijdens een bocht. De definitie van de minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA} en de gevolgen van het maken van bochten worden vrijwel nergens meer goed gedoceerd; de vliegbeperkingen die daarbij van toepassing zijn, worden ook niet meer beschreven in les- en handboeken en genoemd door daarmee blijkbaar onbekende vlieg instructeurs. Op het Internet zijn vele bewijzen hiervan te vinden.

4.26.2. De captain wilde blijkbaar voor het bereiken van de eindnaderingspad het landingsgestel uit doen, zoals te doen gebruikelijk. Het neuslandingsgestel en de hoofdlandingsgestellen onder de romp worden bekrachtigd door hydraulische druk van motor 1; deze waren volgens het RvO deels uitgekapt ('in transit', Ref. A, § 1.12.2). Voor de hoofdlandingsgestellen onder de vleugels was geen hydraulische druk beschikbaar (van afgefallen motor 4), en die zouden dus op de alternatieve manier moeten worden uitgezet, wat 40 seconden tijd kost. Volgens Ref. A, § 1.12.2, waren deze landingsgestellen nog niet neergelaten, en waren ook niet 'in transit'. De bron van deze data moet het FDR-rapport zijn. De 'alternate gear' procedure was dus nog niet gestart, en zou gezien de korte afstand tot de baan ook te laat beginnen. Als de rechterbocht naar de verlengde hartlijn van landingsbaan 27 was gelukt, dan was een bocht naar links nodig om daarop uit te komen op een hoogte van 1500 ft, zoals de verkeersleider wilde adviseren, en was er een grote kans dat de landingsgestellen onder de vleugels niet tijdig neergelaten zouden zijn voor de landing, met als oorzaak het niet volgen van de naderingsprocedures voor twee uitgevallen motoren. Een bocht naar links, in de richting van de goede motoren, zou een omkering van de richtingsroeren nodig hebben gemaakt (§ 4.8.19), en dat wordt niet getraind.

4.26.3. Door de leading edge flaps in te trekken zouden de outboard ailerons weer worden uitgeschakeld ('locked') en de laterale bestuurbaarheid afnemen, met als gevolg een grotere kans op het verlies van bestuurbaarheid. Dan zouden alleen de inboard ailerons nog hebben gewerkt op 50% hydraulische druk, alsmede een deel van de spoilers, voor de laterale besturing. Niet logisch dus om de flaphendel weer op nul te zetten. Maar dit gebeurde ook niet; in het RvO, Ref. A, § 1.12.2, staat dat een deel van de leading edge flaps tijdens impact waren uitgeschoven, d.w.z. de flap hendel stond nog op 1 ('flaps one'); de flaps aan de achterrand van de vleugel waren niet uitgeschoven.

Het landingsgestel wordt normaal pas uitgedaan op 2000 ft hoogte, net voor het begin van de eindnadering op 6 nm afstand van de baan bij het intercepten van het 3° glidepath (Ref. K), om de weerstand zo lang mogelijk laag te houden; er zijn immers twee motoren uitgevallen. Een landingsgestel veroorzaakt extra weerstand waardoor het vliegtuig sneller daalt (bij gelijkblijvend motorvermogen), of meer motorvermogen nodig is, wat in een asymmetrische configuratie niet ongevaarlijk is.

4.26.4. **Conclusie.** De heer G. heeft zich niet op de hoogte gesteld van wat er precies gebeurde zo kort voor de crash, en had er geen idee van wat de gevolgen zijn van het geven van volgas tijdens een bocht op de twee overgebleven motoren aan de linkervleugel. Deze waren niet gerelateerd aan de flaps, maar het gevolg van de toename van de minimumbestuurbaarheidssnelheid, zoals hierboven in § 4.8.13 werd uitgelegd. Ook de heer G. was,

zonder zich daarvan bewust te zijn, niet op de hoogte van de vliegbeperkingen na motoruitval, en was blijkbaar niet adequaat opgeleid in het vliegen met een of meer uitgevallen motoren. De flaps hadden geen invloed op de bestuurbaarheid, volgas tijdens een bocht wel.

4.27. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Bij het uitzetten van de flaps is het vliegtuig helemaal naar rechts gaan hellen. Hij probeerde dat te corrigeren. Bij het corrigeren heeft hij vol gas gegeven en geprobeerd de flaps weer in te trekken. Is die correctie, dus vol gas geven en proberen de flaps weer in te trekken, een foute beslissing of een juiste beslissing geweest?"*

De heer G.: *"Ik denk dat in ieder geval de beslissing om de flaps in te trekken een verstandige beslissing is geweest, maar helaas te laat. Vol gas geven is wat moeilijker, want dat zou de asymmetrie kunnen doen toenemen. Er stond al vrij veel vermogen op. Hij zag echter dat hij naar beneden ging en, in eerste instantie althans, snelheid verloren had. Dat moest hij in elk geval niet hebben. Hij moest zoveel mogelijk blijven vliegen. Dat is dan een reden geweest om gas te geven. Wat extra gas geven leidt niet tot het beter bestuurbaar maken van het vliegtuig".*

4.27.1. **Uitleg.** Het vliegtuig is helemaal niet naar rechts gaan hellen bij het uitzetten van de flaps. 'Flaps one' werd al ruim 3 minuten eerder, om 17:31:40 UTC, geselecteerd, toen het vliegtuig in noordelijke richting vloog waarna de rolhoek zelfs terugliep van 15° rechts naar 2°, en na een korte EPR-piek (Ref. G, Figuur 15). Kort daarna nam de rolhoek weer toe voor de bocht naar het oosten om het vliegtuig te positioneren op 12 nm afstand van baan 27 voor de nadering. Het vliegtuig is volgens objectieve FDR-data dus niet naar rechts gaan hellen bij het uitzetten van de flaps. Dat gebeurde pas om 17:35:10 UTC toen tijdens de laatste bocht volgas werd gegeven. De beschadigde leading-edge flaps aan de rechtervleugel, waarvan maar de helft was uitgeschoven, hebben ogenschijnlijk geen invloed gehad op de rolhoek (bij de hoge vliegsnelheid), zie § 4.9.1 hierboven.

De flaps zijn ook helemaal niet ingetrokken, want de Commissie van onderzoek constateerde dat de flap hendel nog op 'flaps one' stond (§ 4.26.3 hierboven). Het vliegtuig ging tegen het einde van de vlucht naar rechts hellen door een andere oorzaak: de rolstuuruitslag naar links bleek niet toereikend om de door het verhoogde asymmetrische vermogen veroorzaakte rolbeweging naar rechts tegen te gaan. Tegelijk met gas geven moet ook meer voetenstuur worden gegeven om het motorgiermoment tegen te werken; uit FDR-data (Ref. G pag. 37) blijkt dat het richtings-voetenstuur toenam tot 21°, maar de richtingsroeruitslag tot slechts 9° door de beperking van de rudder ratio changer als gevolg van de vrij hoge snelheid. Het kan niet worden nagegaan of deze stuuruitslag toereikend was om het gieren te stoppen omdat de daarvoor benodigde FDR-data niet beschikbaar was.

Gas geven in een situatie met asymmetrisch vermogen tijdens een bocht en bij een snelheid die lager is dan de actuele V_{MCA2} leidt – per definitie – tot het verlies van de bestuurbaarheid (§ 4.8.12 hierboven). De bestuurbaarheid van een vliegtuig bij vol asymmetrisch vermogen is door de ontwerpers alleen maar gegarandeerd, en door de luchtvaartautoriteiten alleen maar vereist, voor een rechtlijnige vlucht (§ 4.8.6). De verticale staart en de ailerons van een vliegtuig zijn, ter besparing van gewicht en bouwkosten, niet groot genoeg gedimensioneerd om de bestuurbaarheid te behouden wanneer bochten worden gemaakt bij hoog asymmetrisch vermogen en/of groot gewichtsverschil van de vleugels (door verlies van motoren of bij te grote 'fuel imbalance'). Het ongewild (door)rollen is wellicht opgevat als problemen met de flaps, door een flap asymmetrie, maar het vliegtuig vloog al meer dan drie minuten met die flapstand.

4.27.2. **Conclusie.** Het ware beter geweest objectieve FDR-data te raadplegen dan gebruik te maken van een subjectieve en onjuiste voorstelling van zaken door deze kapitein-ge-
tuige. Deze had blijkbaar de FDR-data niet gezien, en ook het Rapport van Ongeval niet goed gelezen, of tijdens het verhoor geraadpleegd.

4.28. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Het was dan waarschijnlijk niet zo'n goede beslissing, denk ik".* [volgas en flaps in].

De heer G.: *"Ik denk dat hij op dat moment alles geprobeerd heeft, om er nog van te maken wat ervan te maken viel. Zijn beslissing om de wielen naar beneden te doen was an sich ook niet onverstandig. Wielen naar beneden doen betekent heel veel extra weerstand, waar de snelheid minder toeneemt en je in feite wat tijd koopt, om bijvoorbeeld de flaps weer terug te krijgen en het vliegtuig weer bestuurbaar te krijgen".*

4.28.1. **Uitleg.** De extra weerstand maakt hoger (asymmetrisch) motorvermogen nodig om de hoogte te handhaven, waardoor ook grotere uitslagen van richtings- en rolroeren nodig zijn om de toegenomen gier- en rolmomenten tegen te werken, wat nadelig is voor de bestuurbaarheid van een vliegtuig met uitgevallen motoren. Maar de captain was helaas niet op de hoogte van de catastrofale gevolgen van toenemend motorvermogen tijdens het maken van bochten. Nogmaals, het vliegtuig is ontworpen om na motorstoring en bij hoog benodigd vermogen alleen maar rechtuit te vliegen ("straight flight" in de definitie van $V_{MC(A)}$ in § 4.8.6 hierboven). Er is helaas vrijwel geen vlieger die dat tijdens zijn opleiding nog te horen krijgt; test pilot schools doceren dat nog wel. Om veilig een bocht te maken moet of de snelheid worden verhoogd, of moet het asymmetrische motorvermogen lager dan maximaal zijn. Dit zou ook in de vliegtuighandboeken moeten staan. In § 4.21.2 hierboven is een incident besproken waar deze techniek succesvol werd toegepast door wel goed opgeleide vliegers.

4.28.2. Door het niet volgen van motornoodprocedures en de nadering van te dichtbij te willen uitvoeren manoeuvreerde de vlieger zich in een onmogelijke positie. Hij was te dichtbij baan 27 om de nadering op veilige afstand en hoogte te kunnen uitvoeren. Het 12 nm en het 6 nm punt waren onbereikbaar geworden zonder nog meer bochten te maken. De verkeersleider zag dat ook, en liet hem al verder dalen tot 1500 ft. Het landingsgestel moet normaal al op 2000 ft, voor het bereiken van het 6 nm punt uit zijn. En dat moest dus nog gebeuren tijdens de laatste bocht, wat de reden kan zijn dat hij dit toen deed, want op 1500 ft hoogte, en op 4,5 nm van de baandrempel zou wat lastiger worden, zie ook § 4.26.2 hierboven.

4.28.3. **Conclusie.** Volgas geven was een volstrekt verkeerde beslissing die het vliegtuig fataal werd, zoals eerder gezegd. Het intrekken van de flaps zou nadelig zijn voor de bestuurbaarheid door uitschakelen (locken) van een aileron. Getuige heeft het helaas niet over tekorten in de opleidingen voor het vliegen met uitgevallen motoren, en ook niet over het niet volgen van motornoodprocedures, als les voor de toekomst.

4.29. **In de samenvatting van dit verhoor van de voorzitter** (Ref. H, pag. 176): *"Lading lossen tijdens de vlucht is niet mogelijk".*

De heer G.: *"Daar geloof ik niet in".*

4.29.1. **Opmerking.** Hij is dus niet zeker. Hij had moeten antwoorden: Lading lossen vanuit het vrachtruim van een vliegende Boeing 747, anders dan los fijn zand en brandstof, is technisch en fysiek onmogelijk (§ 4.25.1) en zelfs bij wet verboden.

4.30. **Ook in de samenvatting van de voorzitter** (Ref. H, pag. 176): *"Het draaien van linkerbochten bij verlies van motorvermogen aan de rechtervleugel is geen dwingend voorschrift; de keuze is aan de piloot".*

De heer G.: *"Dat is correct".*

4.30.1. **Uitleg.** Zie de uitleg vanaf § 4.8.1 hierboven. De heer G. kende blijkbaar de KLM Flight Crew Reference Guide uit 1978 al niet (meer), zie § 4.8.14. Nergens is een bochtrichting voorgeschreven, maar helaas circuleert deze fout in de vliegergemeenschap. Door ingenieurs kan worden bewezen dat dit niet juist is, maar helaas worden deze niet meer

gevraagd en betrokken bij vliegoperaties, met ongevallen tot gevolg. De samenvatting van de voorzitter, en het antwoord van getuige zijn beslist incorrect.

4.30.2. De stuurvlakken van een meermotorig vliegtuig zijn niet groot genoeg ontworpen om het evenwicht van krachten en momenten tijdens een bocht te kunnen handhaven. De stuurvlakken zouden heel groot moeten worden en daardoor zwaar. De luchtwaardigheidsvoorschriften gaan ervan uit dat bij vol asymmetrisch motorvermogen alleen maar rechttuit wordt gevlogen onder aanhouding van een kleine rolhoek in de richting weg van de uitgevallen motor(en). In diezelfde voorschriften wordt echter niet geëist dat dit op een duidelijke wijze kenbaar wordt gemaakt aan de vliegers, wat de oorzaak moet zijn dat de vliegers dit niet wisten, en het ongeval gebeurde.

4.30.3. **Conclusie.** Ook deze vlieger-getuige heeft van de beperkingen voor het maken van bochten met uitgevallen motoren blijkbaar nooit gehoord. Een vlieger hoeft ook geen vliegtuigbouwkundig ingenieur te zijn, maar moet wel worden ondersteund met diens kennis. Het antwoord van de getuige is het bewijs van grote tekortkomingen in vliegertraining en in les- en handboeken.

4.30.4. De voorzitter herhaalt een fout antwoord van deze kapitein die met het vliegen met uitgevallen motoren niet zo bekend is. De conclusie is ook dat een Enquêtecommissie kennis moet hebben van de onderwerpen waarover getuigen worden ondervraagd. Een deskundige zou de antwoorden van deze getuige niet hebben geaccepteerd.

4.30.5. Een van groot belang zijnde bevinding zou zijn dat de luchtvaartautoriteiten in luchtwaardigheidsvoorschriften opnemen dat de vliegbependingen die van toepassing zijn tijdens het vliegen met uitgevallen motoren beter en duidelijker kenbaar moeten worden gemaakt aan de vliegers. Ook dat vliegprocedures moeten worden beoordeeld door een multidisciplinair team waarvan een vliegtuigbouwkundig of vliegproefkundig ingenieur deel moet uitmaken die de luchtwaardigheidscriteria en vliegproeftechnieken van vliegtuigen goed kent.

4.31. **Conclusies van verhoor 16.** Deze getuige heeft helaas absoluut geen verstand van het vliegen met asymmetrisch vermogen, en/of met asymmetrisch vleugelgewicht. Ook vragen over het lossen van vracht tijdens de vlucht werden onjuist beantwoord. Het is zeer teleurstellend dat een KLM-kapitein zo weinig kennis heeft van zijn vliegtuig en van het vliegen met uitgevallen motoren. De opleiding hieromtrent schiet duidelijk tekort, evenals de door de vliegers gebruikte handboeken. Het bewijst ook dat verkeersvliegers niet deskundig genoeg zijn om op te treden als getuige/ expert en niet zouden moeten worden ondervraagd over vliegeigenschappen en bestuurbaarheid. Een verkeersvlieger is uiteraard meer bedreven in het bedienen van zijn type vliegtuig en kan beter uitleggen hoe je daarmee in de dagelijkse routine moet vliegen en navigeren.

4.32. In de samenvatting door de voorzitter blijkt dat de kernoorzaak van het ongeval, het maken van een bocht met maximum asymmetrisch motorvermogen waarvoor het vliegtuig niet is gecertificeerd, niet is geconstateerd en derhalve niet is genoemd. De Commissie maakte geen gebruik van objectieve data, maar van subjectieve verklaringen van een niet zo deskundige getuige. Een belangrijke conclusie is dus ook dat een niet ter zake deskundige Enquêtecommissie de waarheid niet kan vinden, en geen lessen kan trekken voor de toekomst.

5. Verhoor 17, de heer E., ongevallenonderzoeker

5.1. Verhoor 17 van dhr. E., ongevallenonderzoeker, staat in Ref. H, pag. 273. De meeste vragen zijn niet relevant voor de vlucht, voor de besturing etc., en zijn derhalve niet beoordeeld. Alleen de conclusie noopt tot een opmerking.

5.2. **De voorzitter:** "Als u dit onderzoek kwalificeert ten opzichte van andere ongevalsonderzoeken, wat is dan uw conclusie"?

De heer E.: *"Dan denk ik dat dit onderzoek met kop en schouders boven andere onderzoeken uitsteekt".*

De voorzitter: *"Waarom"?*

De heer E.: *"Door de snelle en prettige manier van werken die wij met elkaar hebben gehad en de uiteindelijke resultaten. De aanbeveling door de Raad voor de luchtvaart en de uitvoering daarvan heeft tot een daadwerkelijke toename van de veiligheid in de luchtvaart geleid".*

De voorzitter: *"Dank u wel".*

5.2.1. Opmerkingen. Het onderzoek op gebied van de constructie van de motorophanging zal best wel heel goed zijn geweest. De kans dat er opnieuw een motor afbreekt door het falen van de ophanging van de motoren is kleiner geworden. Maar nog steeds kan een motor zelf falen, door interne oorzaak, of door bv. een vogelaanvaring, en kan of moet een motor zelfs afbreken om grotere schade te voorkomen (§ 6.2.1). Daarom zijn er procedures ontworpen die gevolgd moeten worden. De motorophanging van de Boeing 747 mag dan zijn verbeterd dankzij dit onderzoek, maar de omgang van vliegers met een motorstoring is dat niet. Daarvoor zijn geen aanbevelingen gedaan. Als in een onderzoeksrapport het belang van de minimumbestuurbaarheidssnelheid na uitval van motoren helemaal niet wordt genoemd, of deze verkeerd, d.w.z. niet in overeenstemming met luchtwaardigheidsvoorschriften, wordt uitgelegd, dan weten vliegers en onderzoekers kennelijk te weinig van de bestuurbaarheid van een vliegtuig wanneer een of meerdere motoren zijn uitgevallen. Hier was dat zeker het geval; de vluchtanalyse door de onderzoekers schoot ernstig tekort. Het onderzoek van de wrakstukken was misschien wel goed, maar veel vliegtuigdata, FDR-data en met name een deugdelijke analyse van het laatste deel van de vlucht ontbreken in het rapport, zodat de kwaliteit van het onderzoek niet kan worden geconfirmeerd. Dit onderzoek stak in de ogen van een deskundige zeker niet met kop en schouders boven andere onderzoeken uit.

5.2.2. De veiligheid van de Boeing 747 nam misschien wel toe door het verbeteren van de motorophanging, maar de veiligheid in de luchtvaart helemaal niet, want enkele jaren na dit ongeval in 1992 gebeurden opnieuw enkele fatale ongevallen in Nederland door motoruitval, zoals reeds genoemd in § 1.6 hierboven, en meer dan 400, op het Internet gerapporteerde, ongevallen in andere landen. Alle werden veroorzaakt door het gebrek aan kennis en goede training in het omgaan met een vliegtuig waarvan een of meer motoren zijn uitgevallen. Die kennis wordt nog steeds wel gedoceerd op test pilot schools; experimenteel testvliegers verongelukken niet tijdens de vliegproeflessen en vliegproeven met uitgevallen motoren. Helaas concludeerden de onderzoekers van die ongevallen niet de juiste oorzaak, en deden niet ook de aanbevelingen die nodig waren om ongevallen na motorstoring te voorkomen.

5.2.3. Conclusie. Gezien de vele ongevallen in Nederland in de jaren negentig na de Bijlmercramp en kort daarna, nam de veiligheid dus helemaal niet toe. En nog steeds verongelukken elke maand wereldwijd vliegtuigen na motorstoring en komen vliegers en hun passagiers om het leven, door het gebrek aan kennis van vliegers en ongevallenonderzoekers. De voorzitter en de overige leden van de Commissie sputterden helaas niet tegen bij het antwoord op de vraag, omdat zij dat niet konden beoordelen.

6. Verhoor 25, de heer W., vooronderzoeker

6.1. Verhoor 25 van dhr. W., directeur luchtvaartinspectie bij de RLD en vooronderzoeker, Ref. H, pag. 177. De meeste vragen zijn niet relevant voor de vlucht, voor de besturing etc., en zijn derhalve niet beoordeeld, maar enkele zijn dat zeker wel.

6.2. De heer **Oudkerk**: *"Er zaten in het "mandje van E." een stuurwiel en flasher. Als u die spullen wel gehad had, zou dan het onderzoek zijn vergemakkelijkt"?*

De heer W.: *"Ik denk het niet. De uiteindelijke oorzaak van het ongeval had van doen met het afbreken van de motoren en niet bij het falen van iets in de cockpit".*

6.2.1. **Feiten.** De vraag over het mandje was niet relevant voor deze review, maar het laatste deel van het antwoord *"niet bij het falen van iets in de cockpit"* was dat zeker wel. Defecten, zoals motoren die uitvallen of afbreken, komen helaas voor, die kunnen bijna nooit geheel worden voorkomen, en worden zelfs acceptabel geacht als de kans daarop heel erg klein is. De ophanging van motoren wordt bewust ontworpen om de motoren te laten afvallen als dat voor het behoud van het vliegtuig nodig is. Indien in een motor door een mechanisch defect, bv. het afbreken van grote roterende onderdelen in de compressor of turbine door metaalmoeheid, of door een vogelaanvaring, een grote onbalans of vibratie ontstaat, dan is het voor het behoud van het vliegtuig beter dat een motor afbreekt, dan dat de ongebalanceerde motor een brandstoftank in de vleugel openrijt, of zelfs een vleugel afscheurt (Ref. A, § 1.6.3.1). Dezelfde techniek wordt toegepast in landingsgestellen om te voorkomen dat bij een minder goed verlopende landing een onderdeel van het landingsgestel de brandstoftank in de vleugel erboven doorboort; het landingsgestel breekt dan eerder achterwaarts af. De naam van de afgebroken pin is niet voor niets 'fuse pin', in het Nederlands zekeringspin, of ook wel breukpen. Tijdens het ontwerpen van het vliegtuig wordt met de gevolgen van het verlies van een of meer motoren rekening gehouden. Stuurvlakken worden gedimensioneerd om bestuurbaarheid te garanderen na het uitvallen van één of van twee motoren aan dezelfde vleugel zodat krachten- en momentenevenwicht kan worden hersteld en gehandhaafd, zij het niet onder alle mogelijke omstandigheden. Ook worden vliegproeven uitgevoerd om vlieglimieten na uitval van motoren te bepalen (§ 4.8.7), die vervolgens worden gepubliceerd in de handboeken van de vliegtuigen zodat vliegers het verlies van bestuurbaarheid kunnen vermijden. Bovendien worden procedures voor het AFM ontwikkeld om de nadelige gevolgen van dergelijke technische fouten of pech zoveel mogelijk te beperken, en worden vliegers opgeleid om die limieten en procedures toe te passen. Ingenieurs zijn niet vanzelfsprekend op de hoogte van ontwerpcriteria en van 'flight test techniques', snelheidsminima en motornoodprocedures die in cockpits worden toegepast, en kunnen eventueel falen in de cockpit niet beoordelen.

6.2.2. De vliegers van deze Boeing 747 hebben helaas gefaald, om met de woorden van de heer W. te spreken, door niet met hun vliegtuig om te gaan op de wijze zoals de ontwerpers dat hebben bedoeld, waarmee niet gezegd wordt dat de vliegers daaraan schuldig zijn, maar wel dat er in de luchtvaart sprake was en nog steeds is van – zoals ICAO dat definieert – 'Systemic Errors of Global Concern'. De meeste vliegers leren niet meer hoe, en worden niet meer adequaat op de hoogte gesteld van de wijze waarop, zij moeten omgaan met een vliegtuig waarvan één of twee motoren zijn uitgevallen, en evenmin van de operationele beperkingen die daarna van toepassing zijn. Op het Internet gaat veel misinformatie rond die is geschreven door mensen die denken verstand te hebben van vliegen en vliegtuigen. Tijdens de opleiding van vliegers is veel voor de veiligheid van belang zijnde kennis weggevalen, of geschrapt, wat helaas door ongevallenonderzoekers, die ook niet goed op de hoogte zijn van de bestuurbaarheid van een vliegtuig waarvan motoren zijn uitgevallen, niet werd ontdekt, omdat het onderzoeken van opleidingen en van vliegtuighand- en lesboeken (nog) geen deel uitmaakt van een ongevallenonderzoek.

6.2.3. **Uitleg.** Dit onderwerp is uitgebreid beschreven in het rapport *Controllability of a Boeing 747-258F After Separation of Two Engines* (Ref. G), waarnaar kortheidshalve wordt verwezen. Ook heeft AvioConsult het rapport *Airplane Control and Analysis of Accidents after Engine Failure* (Ref. L) geschreven voor vlieg instructeurs en ongevallenonderzoekers waarin vrijwel alles aan de orde komt wat van belang is voor het vliegen met uitgevallen

motoren, en voor het onderzoeken van ongevallen na motorstoring, en waarin een zestal ongevalsanalyses worden beschreven.

6.2.4. **Conclusie.** Als de motoren niet waren afgebroken, dan was het ongeval niet gebeurd. Maar motoren en hun ophanging zijn niet perfect, en er kan iets kapotgaan. Als daarna de voor dit doel ontwikkelde procedures, en/of de vastgestelde limieten niet worden toegepast, of zelfs niet bekend zijn bij de vliegers, dan faalde er toch ook iets in de cockpit. Door het gebrek aan kennis van zowel enquêteur als getuige werd een uiterst belangrijke conclusie niet getrokken: toenemende onkunde door te beperkte opleidingen en een te laag kennisniveau of, en dat is meer aannemelijk, het niet betrekken van vliegtuigbouwkundige ingenieurs en experimenteel testvliegers en/of flight test engineers voor het beoordelen van procedures, handboeken en operationele limieten om na te gaan of die in overeenstemming zijn met de luchtwaardigheidsvoorschriften, met de ontwerpcriteria en aannames in de vliegtuigbouwkunde en met 'flight test techniques' die toegepast moeten worden om vlieglimieten vast te stellen. De kennis van de parlementaire enquêtecommissie schoot ook tekort om tot objectieve waarheidsvinding te komen en de juiste conclusies te kunnen trekken.

6.3. Mevrouw **Augusteijn-Esser**: *"Een andere waarheid is de baan die het vliegtuig heeft gevlogen vanaf het moment van de start tot aan het moment van de crash. Die baan is onder uw verantwoordelijkheid gereconstrueerd. Die baan ziet u ook op een kaart achter u. Hoe zeker bent u ervan dat dit de echte baan is?"* (Ref. H, pag. 277).

De heer **W.**: *"100% zeker, mevrouw Augusteijn".*

Mevrouw **Augusteijn-Esser**: *... "ik wil eerst even weten wat de bronnen zijn geweest waaruit die baan is samengesteld."*

De heer **W.**: *"In de eerste plaats de radarbeelden en in de tweede plaats de flight data recorder".*

Mevrouw **Augusteijn-Esser**: *"Klopten die volkomen met elkaar"?*

De heer **W.**: *"Die klopten heel erg goed met elkaar. Het is niet helemaal dezelfde soort informatie. Je moet daar wel bepaalde bewerkingen op toepassen. Op de flight data recorder staat bijvoorbeeld geen vliegbaan. Daar staan snelheid en richting op. Als je dan correcties voor de wind aanbrengt, kun je toch de baan uitrekenen. Als je dat doet, dan klopt dat heel goed".*

6.3.1. **Feiten.** Een verkeersleidingsradar kan vrij nauwkeurig de route over de grond registreren die een vliegtuig heeft gevlogen. Op de kaart in appendix 3.1 van het RvO (Ref. A) staat zowel data van de primaire radar, als van de secundaire radar. De primaire radar registreert de echo's van zijn eigen zendpulsen op een vliegtuig, waaruit richting en afstand kan worden bepaald. De secundaire radar dient voor identificatie en zendt een pulstrein uit die in het vliegtuig door een transponder wordt beantwoord met een pulstrein waarin de identificatiecode en de hoogte van het vliegtuig zijn gecodeerd om op het radarscherm van de verkeersleider te worden getoond. De op het radarscherm weergegeven snelheid van het vliegtuig is de door het radarsysteem berekende grondsnelheid van het vliegtuig. Moderne transponders sturen ook de GPS-snelheid mee, maar dat was in 1992 nog niet zo.

6.3.2. **Opmerkingen.** De Flight Data Recorder registreert inderdaad ook de snelheid en de heading, zijnde de magnetische kompasrichting waarin de neus van het vliegtuig wijst, in het Nederlands de koers. In de navigatie van een vliegveld naar een bestemming wordt eerst de grondkoers bepaald op een kaart, in het Engels wordt dit de ground course of track genoemd. Vervolgens wordt met de van de meteo verkregen windrichting en -snelheid, en met de luchtsnelheid van het vliegtuig (airspeed), de drifthoek berekend, in het Engels Wind Correction Angle. De som van deze twee, gecorrigeerd voor de lokale magnetische

variatie en de kompas deviatie, is de te vliegen kompas koers (heading). De neus van het vliegtuig wijst bij (harde dwars) wind dus niet precies in de richting van de bestemming. Deze vlieger gaat niet op als het vliegtuig niet gecoördineerd vliegt, wat het geval is wanneer er één of twee motoren aan een vleugel zijn uitgevallen en continu uitslag van het richtings- en rolroer nodig is om het motorgiermoment van de overgebleven motor(en) tegen te werken, waarvan het gevolg een sliphoek is die groter kan zijn dan 10°. Deze sliphoek is slechts nul als er een kleine rolhoek (4° – 7°, afhankelijk van het gewicht van het vliegtuig) wordt aangehouden tijdens rechtlijnige vlucht (Figuur 4 op pag. 19), maar er is geen instrument in de cockpit dat de sliphoek aangeeft. De Flight Data Recorder registreert de sliphoek ook niet. De kleine rolhoek wordt ook toegepast bij het bepalen van de V_{MCA} van het vliegtuig (§ 4.8.7). Tijdens bochten is de sliphoek veel groter, zoals in Figuur 4 op pag. 19 hierboven staat, en in § 3 van Ref. G werd uitgelegd. Zonder deze sliphoek te kennen, kan de baan van het vliegtuig over de grond helemaal niet nauwkeurig worden uitgerekend, en introduceert men dus grote fouten. Ook de correcties voor de wind kunnen niet nauwkeurig te zijn, want de actuele wind op de vlieghoogte wordt ook niet geregistreerd in de FDR, maar werd door de meteoroloog misschien wel uren eerder gemeten of voorspeld. De wind op 5000 ft hoogte was volgens Ref. A, § 1.7.2: 070°/ 30-35 kt. Bij een luchtsnelheid van 270 kt en een noordelijke of zuidelijke koers is de drifhoek 6°.

Deze getuige weet blijkbaar het verschil niet tussen een drifhoek en een sliphoek. Deze ingenieur had een vlieger moeten raadplegen om de effecten van de wind op de baan van een vliegtuig te vernemen, en een graduate van een test pilot school om de gevolgen van twee uitgevallen motoren te laten uitleggen op het evenwicht van krachten en momenten, waarbij continu richtings- en rolstuurinputs nodig zijn, en waarvan een grote sliphoek (tot 14°) het gevolg is en niet kan worden vermeden zolang de rolhoek anders is dan $\approx 5^\circ$ weg van de uitgevallen motoren. De aangebrachte correcties voor de wind kunnen helemaal niet goed kloppen.

6.3.3. Tijdens de verdere discussie verklaart de heer W.: *"We hebben deze kaart destijds getekend voor voorlichtingsdoeleinden. Het eerste stukje is wat met de losse pols gegaan", en op pag. 278: "Pas toen het echt erop aankwam, in het gebied waar de motoren er afvallen, is de baan met grote nauwkeurigheid gedaan".*

En: *"... We hadden twee onafhankelijke bronnen, zowel de radar als de flight data recorder. Dat kan geen toeval zijn. Dat bestaat uit duizenden, misschien wel miljoenen, informatiepunten. Voor ons stond die baan vast".*

Opmerking. Zoals hierboven uitgelegd kan de baan van het vliegtuig niet met grote nauwkeurigheid worden uitgerekend met de door de flight data recorder geregistreerde snelheid en richting (koers), als de sliphoek, die het onvermijdelijke gevolg is van het asymmetrische motorvermogen, niet bekend is, maar alleen de drifhoek die het gevolg is van de heersende windrichting en -sterkte (op de vlieghoogte). De sliphoek is slechts nul als een kleine rolhoek wordt aangehouden in de richting van de nog werkende motoren, tijdens rechtlijnige vlucht. De drifhoek is slechts nul als het windstil is, of als de wind precies op de neus of staart staat.

De beide radars leverden elk één informatiepunt per 4 seconden, de flight data recorder (in het jaar 1992) slechts één per seconde. Gedurende de gehele vlucht van 14 min. en 42 sec. zijn dat in totaal ca. 1322 informatiepunten met data van snelheid en richting, en dus bestaat geen miljoenen. Getuige heeft in zijn rol als hoofd vooronderzoeker de data uit de flight data recorder blijkbaar helemaal niet gezien, en kennelijk was er niemand onder zijn leiding die van wanten wist.

6.3.4. **Conclusie.** Het is onduidelijk waarom de oorspronkelijke radardata niet is gebruikt, en waarom de vliegbaan moest worden gecorrigeerd met snelheid en richting uit de flight data recorder. Dit is wellicht gedaan voor het effect van vliegsnelheid en wind op de baan van de vallende motoren. Wel is duidelijk dat fouten zijn gemaakt bij het tekenen van de

baan van het vliegtuig op de kaart, omdat geen rekening werd gehouden met de sliphoek van het vliegtuig die beslist aanwezig moet zijn geweest na het afvallen van twee motoren. Niet alleen de getuige was daarmee niet bekend, maar zijn onderzoekers blijkbaar ook niet, en de Raadsleden en de enquêteur evenmin. Het gehele traject is dus met de losse pols gedaan, niet alleen het eerste deel. De baan van het vliegtuig is beslist niet nauwkeurig getekend. Het heeft er alle schijn van dat de route 'passend' is gemaakt. Maar het waarom ervan is onduidelijk.

- 6.4. **De voorzitter** noemt op pag. 284 een lange lijst van problemen met dit type vliegtuig en met de Boeing 707, waaronder het incident dat op 31 maart 1992 de motoren 3 en 4 van een Boeing 707-freighter zijn afgevallen waarna het vliegtuig een geslaagde noodlanding maakt (§ 4.21.2).

6.4.1. **Opmerking.** Het is jammer dat niet verder wordt ingegaan op het Boeing 707 ongeval, want de vliegers van dat vliegtuig zijn door de vooronderzoekscommissie of de Raad voor de Luchtvaart gehoord, maar hun verklaring en antwoorden werden waarschijnlijk niet begrepen. Deze vliegers wisten namelijk precies hoe je met een vliegtuig, waarvan twee motoren van dezelfde vleugel waren afgevallen, moest omgaan, zoals uitgelegd in § 4.21.2 hierboven. Zie voor meer details § 3.3.7 in Ref. G.

6.4.2. **Conclusie.** De vliegers van de Boeing 707 waren beter opgeleid in het vliegen met uitgevallen motoren dan de El Al vliegers, de ongevallenonderzoekers en de leden van de Raad, alsmede de gehoorde getuigen. De vooronderzoekers en de Raad hadden blijkbaar niet de kennis om de verklaring van deze vliegers te kunnen begrijpen. *You only see what you look for, and you only look for what you know.* De verklaring van de Boeing 707 vliegers had kunnen en moeten leiden tot nader onderzoek en tot aanbevelingen om de opleiding van verkeersvliegers en de vliegtuighand- en lesboeken te verbeteren, teneinde falen in de cockpit te voorkomen.

7. Verhoor 26, de heer M., verkeersvlieger, onderzoeker en lid Raad voor de Luchtvaart

- 7.1. Verhoor 26 van dhr. M., kapitein bij de KLM, lid van de vooronderzoekscommissie die in de loop van het onderzoek lid van de Raad voor de Luchtvaart werd, staat in Ref. H, pag. 289. De meeste vragen zijn niet relevant voor de vlucht, voor de bestuurbaarheid, etc., en zijn derhalve niet beoordeeld. De vragen over het onderzoek zijn dat wel.

7.1.1. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma** op pag. 290. *"Wat was de indruk van de kwaliteit van het onderzoek dat onder verantwoordelijkheid van de heer W. was uitgevoerd"?*

De heer **M.**: *"Het was een goed rapport".*

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Was het een volledig rapport"?*

De heer **M.**: *"Niet helemaal volledig, want wij waren er nog vijf maanden druk mee bezig, om bepaalde aanvullingen te doen. Wij hebben extra opdrachten gegeven ten aanzien van onderzoeken inzake de flight data recorder. Op een gegeven moment hebben wij zelf de analyses en conclusies woordje voor woordje op een goudschaaltje gewikt en gewogen".*

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Het rapport was dus niet volledig. U moest ermee doorgaan. De heer Erhart heeft verklaard dat men ten tijde van het onderzoek onderbemand was. Kan het van invloed zijn op de diepgang van het onderzoek als er niet met een volledig team gewerkt kan worden"?*

De heer **M.**: *"Dat wordt opgevangen doordat in zo'n situatie het onderzoeksteam wordt uitgebreid met buitenstaanders. Alles gebeurt wel onder de koepel van de vooronderzoeker en BVOI. In dit geval hebben zo'n 40 mensen zich hiermee bemoeid. Dat zijn experts uit Nederland, bijvoorbeeld van het Nationaal luchtvaart- en ruimtelaboratorium. Dit kunnen ook experts zijn van de technische commissie van de Vereniging van Nederlandse verkeersvliegers.*

Daarnaast waren er vrij veel experts uit het buitenland. De heer W. heeft dat genoemd. Ik mag beslist niet vergeten dat wij in deze zaak veel gebruik hebben gemaakt van de expertise van mensen van de Rijksluchtvaartdienst zelf. Dat was in deze situatie heel goed mogelijk".

Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**: *"Dat BVO onderbemensd was, heeft geen gevolgen gehad voor het onderzoek"*?

De heer **M.**: *"Het onderzoek is adequaat verlopen en was volledig"*.

7.1.2. Feiten. Een vliegtuig moet overeenkomstig overheidsvoorschriften (Ref. E) worden gecertificeerd, en vlieglimieten moeten worden bepaald en gepubliceerd in het vliegtuig-handboek. Zoals in Ref. G uitgebreid werd beschreven, worden de voor het vliegen met uitgevallen motoren van belang zijnde limieten in de laatste 40 – 50 jaar niet meer adequaat beschreven in lesdictaten van vliegers van de meeste vliegscholen, in handboeken van vliegtuigen en van vliegmaatschappijen, en niet goed genoeg meer gedemonstreerd tijdens vlieglessen. Gevolg is dat verreweg de meeste vliegers, en ook ongevalleonderzoekers niet meer op de hoogte zijn van de vliegbepeningen die van toepassing zijn na motoruitval.

7.1.3. Opmerking. In de ogen van een vlieger is het onderzoek adequaat verlopen, en was het volledig. Maar er werd helemaal geen onderzoek naar of analyse van de bestuurbaarheid van het vliegtuig na motoruit- en afval uitgevoerd. Om zo'n onderzoek uit te voeren is kennis op hoger niveau nodig die blijkbaar niet beschikbaar was, zelfs niet bij al die interne en externe 'experts', en die ook niet elders werd geraadpleegd.

7.1.4. Conclusies. Op het gebied van de technische analyse van de ophanging van de motoren was het wel een goed onderzoek, en heeft het geleid tot verbeteringen aan de gehele Boeing 747 vloot. Maar op het gebied van de bestuurbaarheid van het vliegtuig na het uit- en afvallen van de motoren was het geen goed onderzoek. BVO was niet alleen onderbemensd, maar zeker ook niet toereikend bekwaam op het gebied van de bestuurbaarheid van vliegtuigen. Dat wikkelen en wegen door de Raad heeft niet geholpen, omdat vliegtuig-engineering kennis op hoog niveau blijkbaar ook niet voorhanden was in de Raad. Een verkeersvlieger heeft die kennis niet en hoeft die ook niet te hebben om een vliegtuig te bedienen. Het onderzoek schoot ernstig tekort door ontbrekende expertise bij BVO en Raad, waardoor ongevallen na motorstoring niet werden voorkomen, en enkele jaren later opnieuw gebeurden, niet alleen in Nederland maar over de hele wereld.

7.1.5. Van de 40 deelnemers aan het onderzoek was er dus niet één een echte expert op het gebied van bestuurbaarheid van vliegtuigen na motoruitval. Het is dus ook nodig om eens na te denken over het begrip expert, en vast te stellen wie zich expert mag noemen en op welk gebied tijdens ongevalleonderzoeken en parlementaire enquêtes. Het onderzoek was helemaal niet volledig.

7.2. De heer **Van den Doel**: Pag. 296. [Discussie over het nemen van het risico om over dichtbevolkt gebied te vliegen]. *"U vindt dus niet, dat men onverantwoord risico genomen heeft"*.

De heer **M.**: *"Nee, op zichzelf is het feit dat een vliegtuig het motorvermogen van twee motoren verliest, iets wat niet leidt tot een ramp. Integendeel, vliegers zijn getraind in het vliegen op twee motoren. Dat is in het verleden meer dan eens gedemonstreerd. Het is een verantwoorde beslissing om in zo'n situatie door te blijven vliegen, ook al zit je boven land, boven bebouwd gebied"*.

7.2.1. Opmerking. Een vliegtuig wordt inderdaad ontworpen om door te kunnen vliegen na het optreden van storingen, waaronder het verlies van het vermogen van twee motoren. Deze vlieger denkt dat vliegers worden getraind in het vliegen op twee motoren, maar de vliegers van dit ongeval waren dat toch echt niet, ook niet bij zijn eigen maatschappij. In § 4.13.2 werd een demonstratie in een KLM Boeing 747 simulator in het jaar 2006

beschreven waarbij een vlieginstructeur de controle over de bestuurbaarheid na het verlies van twee motoren verloor. Zijn training was dus ook niet toereikend, ruim 13 jaar na het ongeval. De vliegers van de in § 1.6 genoemde ongevallen in Nederland waren ook niet goed getraind. Het wordt zo langzamerhand toch wel duidelijk dat vliegers niet meer kunnen beoordelen of hun training op alle punten volledig en correct is. Filosoof Jean-Jacques Rousseau verwoordde dit als volgt: *“men verdwaalt niet omdat men niet weet, maar omdat men denkt te weten”*.

7.2.2. Conclusie. Op zich is geen onverantwoord risico genomen omdat een vliegtuig is ontworpen om door te kunnen vliegen na het verlies van motoren, en ervan uit zou kunnen worden gegaan dat de vliegers goed zijn opgeleid en de limieten van het vliegen met uitgevallen motoren kennen en toepassen. Maar dat was hier niet het geval. De vlieger verhoogde het motorvermogen op de overgebleven twee motoren aan de linkervleugel tot het maximumniveau tijdens een bocht, waarvoor een vliegtuig niet is ontworpen en gecertificeerd. De betreffende limiet of vliegbeperking werd overschreden, door onkunde. De vliegopleiding en het toezicht daarop door echte deskundigen schoten ernstig tekort.

- 7.3. Mevrouw **Oedayraj Singh Varma**, Pag 292 [Over de uitwisseling van informatie tussen de piloot en de luchtverkeersleiding]. *“Op pagina 8 [RvO] staat: Geen corrigerende actie werd ondernomen door de luchtverkeersleiding. [...] Is dat ook een van uw conclusies en wat bedoelt u met: Geen corrigerende actie werd ondernomen door de luchtverkeersleiding?”*

De heer **M.**: *“Dat is gezien in het licht van de omstandigheden van dat moment begrijpelijk. Hij wist dat de bemanning heel druk bezig was. Hij zag dat ze even op koers 120 zaten en heeft daar niet direct op gereageerd.”*

7.3.1. Uitleg. De bemanning was uiteraard druk met dit noodgeval, dat begreep de verkeersleider. Maar hij had aan de captain gevraagd vanaf welke afstand hij de eindnadering wilde beginnen, en dat was 12 nm. Om daar te geraken had de verkeersleider een koers van 100° opgegeven, om op 12 nm na een rechterbocht van 180° recht voor de landingsbaan uit te komen. Die afstand is in de noodprocedure voor de nadering met twee uitgevallen motoren voorgeschreven, zodat de vlieger tijd heeft om het vliegtuig te stabiliseren en de snelheid tijdens een rechtlijnige vlucht te reduceren tot een niveau waarop het vliegtuig tot aan de landing bestuurbaar blijft.

De verkeersleider zag uiteraard op zijn radar dat de piloot al na ca. 20 sec. afweek van zijn koersadvies van 100° en naar rechts draaide, naar 120°, wellicht omdat de piloot dichtbij de baan wilde blijven. De verkeersleider corrigeerde niet, maar paste zijn volgende instructie aan de situatie aan. Circa 30 sec. later gaf hij opdracht om naar rechts, naar koers 270° te draaien, om recht voor de landingsbaan uit te komen, en gaf toestemming om te landen. Het vliegtuig zou hierdoor op het 6 nm punt uitkomen, wat normaal te doen gebruikelijk is als alle motoren werken. Maar de vlieger luisterde weer niet, en vloog nog ca. 30 sec. door op koers 120°, waardoor hij ver zuid van het verlengde van baan 27 uitkwam. De verkeersleider ging onverstoord door met het geven van koersen en een nieuwe lagere hoogte opdat het vliegtuig alsnog de baan zou kunnen bereiken. Dat deed hij goed.

7.3.2. Conclusie. De situatie was iets anders dan de heer M. beschreef. De verkeersleider zag dat ze koers 120 vlogen, niet even, maar wel 72 seconden. Hij kon er niets aan doen dat de vlieger niet luisterde naar zijn aanwijzingen om koers 100 te vliegen. Desondanks heeft hij toch getracht te redden wat er te redden viel van de verstoorde nadering.

7.3.3. De enquêteur stelde die vraag ter verduidelijking, want zij begreep niet waarom de heer M. het zo in het rapport had gezet, en zei na zijn antwoord: *“maar het is duidelijk”*. Zij ging er helaas niet verder op in, omdat het ontbrak aan kennis van het opereren met vliegtuigen. Doordat de vlieger tot tweemaal toe de adviezen van de verkeersleider niet opvolgde werd een veilige landing vrijwel onmogelijk. Een gemiste kans om tot waarheidsvinding te komen en lessen voor de toekomst te trekken.

- 7.4. **De heer Van den Doel** (pag 297): *"Mijnheer M., als u terugkijkt naar het onderzoek van de Raad voor de luchtvaart, zijn er dan nog specifieke zaken waarvan u zegt: dat zouden we de volgende keer anders moeten doen"?*

De heer **M.**: "Ja".

De heer **Van den Doel**: *"Kunt u er eens één noemen"?*

De heer **M.**: *"Het is uiteraard zo, dat wij ook bij onszelf te rade zijn gegaan over wat er, mocht dit onverhoopt nog eens gebeuren, verbeterd zou moeten worden. Ik heb daar een lijst van gemaakt. Om te beginnen – en daar hamer ik om – is het allerbelangrijkste dat die motorophanging verbeterd wordt. We hebben dan een aanmerkelijk kleinere kans op ongevallen, maar dat wist u al".*

De heer **Van den Doel**: *"Ik doel niet op de lijst van aanbevelingen die..."*

De heer **M.**: [noemt hoofdzakelijk de tijdige persvoorlichting] en antwoordt na herhaling van de vraag: *"...met name, dat het publiek zoveel mogelijk en zo snel mogelijk moet worden geïnformeerd"*.

7.4.1. **Opmerkingen.** Het belangrijkste antwoord wordt niet gegeven, omdat getuige daar niet op komt. De Raad constateerde niet dat de opleiding van vliegers in het omgaan met een vliegtuig waarvan twee motoren zijn uitgevallen niet meer goed genoeg is. Vliegers kunnen sturen, kunnen hun vliegtuig bedienen, kunnen de weg vinden over de wereld, maar hebben geen idee hoe hun vliegtuig zich gedraagt onder minder ideale omstandigheden (in zgn. 'reduced' of 'failure modes'), wat dan de werkelijke beperkingen zijn en hoe hun systemen eigenlijk werken. Ze hoeven ook niet alles te weten, maar moeten (leren) beseffen dat er meer is dan een beetje sturen. De El Al vliegers wisten niet hoe ze met hun gehavende vliegtuig moesten omgaan, de vliegers van het Boeing 707 vrachtvliegtuig dat 6 maanden daarvoor hetzelfde overkwam, wisten dat wel; zij landden veilig (§ 4.21.2). De heer M., evenals de andere verhoorden, hebben niet eens door wat er aan de hand was, en hadden blijkbaar niet de kennis op behoorlijk niveau om dat te kunnen weten. Al in 1709 schreef Alexander Pope: *"A little knowledge is a dangerous thing"*, met als verklaring: *"This proverb expresses the idea that a small amount of knowledge can mislead people into thinking that they are more expert than they really are, which can lead to mistakes being made"*. De Raad had ervoor moeten zorgen dat er kennis op hoog vliegtuig-engineering niveau binnen hun gelederen aanwezig was. Reeds tijdens en na de 2^e Wereldoorlog richtten de grote luchtvaartlanden USA, VK en FR elk test pilot schools op om te voorzien in de kennis en ervaring die onontbeerlijk is om vliegtuigen te beoordelen. Zulke echte en hoogopgeleide deskundigen zouden moeten worden gevraagd voor, of bij te dragen aan, het onderzoek van bestuurbaarheid van vliegtuigen.

7.4.2. **Conclusie.** Wat zeker anders moet is het inzetten van hoger opgeleide vliegtuigingenieurs en/of vlieger-ingenieurs, of experimenteel testvliegers en flight test engineers die geleerd hebben om de vliegeigenschappen, prestaties en boordsystemen van vliegtuigen tijdens het vliegen te beoordelen. Verkeersvliegers, zoals de heer M., zijn bevoegd vliegtuigen te bedienen, maar zijn niet bevoegd om experimentele testvluchten met vliegtuigen uit te voeren en vliegeigenschappen te beoordelen, omdat zij daarvoor kennis tekortschieten. Ze weten ook niet eens waarop moet worden gelet: *"You only see what you look for, and you only look for what you know"*. Zij concludeerden dat door de verlaging van de snelheid de limieten van de bestuurbaarheid werden overschreden, maar de snelheid werd helemaal niet verlaagd. De bestuurbaarheid ging verloren toen in een bocht de gashendels naar voren werden geschoven. De leden van de Raad hadden, net als de onderzoekers, geen idee wat er precies gebeurde. Gewone verkeersvliegers moeten niet meer worden gevraagd om de bestuurbaarheid van vliegtuigen te beoordelen, en om als getuige op te treden, tenzij de vragen alleen maar gaan over de dagelijkse vliegrou tine. Zij zijn 'onbewust

onbekwaam' op het gebied van bestuurbaarheid na het verlies van motoren, omdat hen dat niet op behoorlijk niveau is geleerd. Dat hebben Bureau Vooronderzoek en de Raad wel laten zien.

- 7.5. **De voorzitter:** *"Het valt mij op dat er zo ontzettend veel in de contraexpertise sprake is van deskundigen. Maar u heeft toch zelf ontzettend veel deskundigheid in uw eigen raad"?*

De heer **M.:** *"Dat klopt. Wij hebben tien deskundigen in de raad, maar zullen toch zo nu en dan expertise van buiten moeten halen. Dat is beter dan het zelf te willen doen".*

7.5.1. **Opmerkingen.** In de Raad voor de Luchtvaart (RvdL) hadden 10 personen zitting: een jurist als voorzitter, 6 vliegers, van KLM (waaronder dus de heer M.), Martinair, Kon. Marine, Kon. Luchtmacht, en een testvlieger van Fokker, een ingenieur van TNO, niet zijnde een vliegtuigingenieur, en een onderzoek coördinator van NLRGC (vliegkeuringen). Het onderwerp van de vragen is het uitgevoerde onderhoud en het ontbreken van handtekeningen, en dat kon geen van de leden van de Raad beoordelen. Juristen en verkeersvliegers kunnen dat niet. Zo te zien in Ref. A had niet één vliegtuigbouwkundig ingenieur of onderhoudstechnicus zitting in de Raad. Wel 6 vliegers, maar die zijn alleen maar bekwaam in het bedienen van vliegtuigen, en wanen zich deskundig op alle luchtvaartgebieden, maar zijn dat beslist niet. Geen van hen concludeerde, zoals gezegd, waarom de bestuurbaarheid van het vliegtuig verloren ging.

Zelfs de vraag waarom twee vliegers in een Boeing 707 in maart 1992 er wel in slaagden om veilig te landen na het eveneens verliezen van twee motoren (§ 4.21.2) deed blijkbaar geen belletje rinkelen. Zelfs met de van buiten gehaalde expertise (indien dat al gebeurde) was er dus duidelijk niet voldoende deskundigheid in de contraexpertise beschikbaar om het vooronderzoek te beoordelen, of om zelf adequaat onderzoek te doen. De heer M. heeft niet eens door dat ze het zelf niet kunnen door een groot gebrek aan of het geheel ontbreken van kennis op hoog 'engineering' niveau.

7.5.2. **Conclusie.** De samenstelling van de Raad voor de Luchtvaart deugde niet. Die moet multidisciplinair zijn en van het hoogste (technische) niveau om alle aspecten van een ongeval en van het onderzoek te kunnen beoordelen en uitvoeren. Vele luchtvaarders zijn ervan overtuigd alles van vliegtuigen te weten, maar beseffen niet dat *"You only see what you look for, and you only look for what you know"*. Er was helemaal geen deskundigheid in de Raad om de bestuurbaarheid na het afvallen van twee motoren te beoordelen. In § 1.7 hierboven werd filosoof Arthur Schopenhauer al aangehaald: *"Every man takes the limits of his own field of vision for the limits of the world"*. Dit betekent ook dat er altijd iemand is die meer over een onderwerp weet, en die moet je zien te vinden als je fatale ongevallen wilt analyseren, de oorzaak wilt vaststellen en ongevallen wilt voorkomen. Het gaat om het voorkomen van slachtoffers, van leed bij nabestaanden.

- 7.6. **De voorzitter** stelt de laatste vraag: *"Mijnheer M., ik vraag u nogmaals een keer te antwoorden met ja of nee. U en de heer W. blijven ook na deze week, na wat zich hier in deze ruimte heeft afgespeeld en is gehoord van mensen die hier onder ede hebben gestaan, van mening dat alles goed was"?*

De heer **M.:** *"Het vooronderzoek en het eindrapport zijn goed"*.

7.6.1. **Opmerking.** Als je er zelf van overtuigd bent dat je deskundig bent, maar in feite helemaal niet zo'n brede luchtvaarthorizon hebt, met andere woorden niet 'overall' deskundig bent, dan kun je zo'n vraag niet naar waarheid beantwoorden, ook al sta je onder ede.

Het onderzoek schoot ernstig tekort. De vraag waardoor de bestuurbaarheid van het vliegtuig verloren ging is niet beantwoord, terwijl dat toch belangrijk is om toekomstige ongevallen te voorkomen. Een vliegtuigbouwkundig ingenieur, of een graduate van een test pilot school (die een engineering degree nodig heeft om aan die opleiding te mogen beginnen)

zouden die vraag wel kunnen beantwoorden, maar mensen met die kennis werden, en worden nog steeds niet gevraagd voor, of worden geweerd uit, de Raad. Juristen genieten de voorkeur.

7.6.2. **Conclusie.** De expertise van de getuige was niet toereikend om te bepalen of het vooronderzoek en het eindrapport goed waren. Conclusies van het onderzoek op het gebied van bestuurbaarheid na het verlies van twee motoren waren niet gebaseerd op academische kennis van zaken, op objectieve feiten, maar op een subjectieve mening. Ongevallen worden niet voorkomen met een mening, maar met feiten en relevante expertise, van hoog niveau.

7.6.3. De verwachting dat iemand die onder ede staat tijdens een verhoor de waarheid en niets dan de waarheid zegt, is toch wel ver boven de werkelijkheid. Er zou eerst moeten worden vastgesteld of een getuige wel deskundig is, de waarheid kent, of alleen maar bedreven is.

8. Eindrapport Parlementaire Enquête Vliegcramp Bijlmermeer

8.1. In dit hoofdstuk staan alleen nog opmerkingen over het eindrapport van de Commissie die hierboven niet zijn gemaakt.

8.2. **In de Eindconclusies van de Commissie** betreffende de toedracht van het ongeval (Ref. B, Deel B, § 8.1, pag. 401) staat onder *Toedracht*:

1. *"De Commissie concludeert op basis van feitenonderzoek dat het rapport van de Raad voor de Luchtvaart inzake de toedracht van het ongeval onvolledig en oppervlakkig is daar waar het gaat om de controle op de inspectie van de motorophanging van de AXG".*
2. *"De route van de vlucht is in het rapport van de Raad voor de Luchtvaart niet exact weergegeven".*

8.2.1. **Feiten en opmerkingen.** De motorophanging faalde en het verlies van twee motoren van dezelfde vleugel was de aanleiding tot het ongeval, maar de toedracht was dat de vliegers het gehavende vliegtuig niet bedienden overeenkomstig de daarvoor in het vliegtuighandboek voorgeschreven motornoodprocedures en ook niet overeenkomstig de tijdens het vliegen met uitgevallen motoren van toepassing zijnde vliegbepalingen. Zij, en ook de ongevalsonderzoekers, waren blijkbaar niet bekend met de gevolgen van het verlies van motoren op de bestuurbaarheid van hun vliegtuig door tekortkomingen in hun opleiding, door toenemende kennisarmoede; veel relevante informatie hierover is geschrapt uit opleidingen, die daardoor korter konden worden. Vijftig jaar geleden werd hierover nog wel geschreven, zo blijkt uit oude handboeken van de KLM. Huidige luchtvaartvoorschriften, waarin regels zijn opgenomen om na motoruitval veilig door te kunnen vliegen, zijn blijkbaar niet duidelijk genoeg, of de gebruikers begrijpen die niet. Het toezicht door overheden wereldwijd op de vliegeropleidingen is blijkbaar ook niet meer op toereikend hoog niveau. De werkelijke toedracht van het ongeval was het tekort aan kennis van, en training in, het vliegen met uitgevallen motoren. Les- en handboeken voor vliegers zijn mede daardoor te ver uitgekleeft. Deze conclusie werd helaas niet getrokken tijdens het onderzoek door de Raad voor de Luchtvaart, en ook niet tijdens deze enquête.

8.2.2. De route was dan wel niet helemaal exact aangegeven door fouten in de toegepaste correctie door de onderzoekers, maar was ook niet in overeenstemming met de in het vliegtuighandboek, het Airplane Flight Manual (AFM), voorgeschreven route voor de nadering en landing wanneer twee motoren zijn uitgevallen. Het AFM maakt deel uit van het Bewijs van Luchtwaardigheid van het vliegtuig. De documentnummers van zowel het AFM, als van het Weight and Balance Control and Loading Manual zijn daartoe gedefinieerd in het bij het Bewijs van Luchtwaardigheid behorende Type Certificaat (zie Ref. G, § 5.8).

Het vliegtuig mag slechts luchtwaardig worden beschouwd als het wordt bediend en beladen in overeenstemming met de procedures en beperkingen die zijn opgenomen in deze handboeken. Het is dus van groot belang dat ongevalsonderzoekers en ook de enquêteurs nagaan of deze handboeken zijn gebruikt tijdens de vluchtuitvoering. Uit de route die het vliegtuig volgde is duidelijk dat dit niet het geval was; de voorgeschreven motornoodprocedures werden niet gevolgd. Het AFM schrijft voor dat de eindnadering op 12 nm afstand van de landingsbaan en op 2000 ft hoogte moet beginnen om de deceleratie naar de naderings- en landingssnelheid veilig en stabiel te laten verlopen wanneer twee motoren zijn uitgevallen. Uit de gevlogen route blijkt dat de laatste bocht van het vliegtuig op 4,5 nm van de baan zou eindigen en op veel te hoge snelheid, als het niet eerder was neergestort. Ook schrijft het AFM een maximumlandingsgewicht voor, wat dreigde te worden overschreden. In de 'Limitations Section' van een AFM staat ook dat de in het manual gepubliceerde minimumbestuurbaarheidssnelheid ($V_{MC(A)}$) alleen maar geldig is tijdens rechtlijnige vlucht wanneer volgas wordt gegeven op de overgebleven motoren. Tijdens bochten wordt de actuele $V_{MC(A)}$ veel hoger. Ook door asymmetrisch gewicht (afgefallen motoren), of asymmetrische liftverdeling en/of weerstand van de vleugels (beschadiging) wordt de actuele $V_{MC(A)}$ hoger. Het feit dat al voor de laatste bocht grote rolstuur- en richtingsstuuruitslagen nodig waren om het evenwicht te handhaven was een sterk signaal dat de actuele $V_{MC(A)}$ al vrij hoog was, welk signaal waarschijnlijk niet door de vliegers, en ook niet door de ongevalsonderzoekers en getuigen werd begrepen. De bestuurbaarheid van een vliegtuig is niet gegarandeerd als tijdens een bocht volgas wordt gegeven zoals de El Al vlieger deed. De aerodynamische stuurvlakken aan de vleugels en de staart zijn niet groot genoeg om het krachten- en momentenevenwicht tijdens zo'n bocht te handhaven. De luchtwaardigheidsvoorschriften vereisen dat niet, en ook niet dat bochten moeten kunnen worden gemaakt op maximum asymmetrisch motorvermogen.

De vliegers pasten de in het AFM gestelde beperkingen van hun vliegtuig bij het vliegen op twee motoren niet toe, maar dat kan hen niet worden verweten. Er is meer aan de hand. Zoals eerder gemeld zijn de vliegopleidingen in de laatste 40 – 50 jaar uitgehold door niet ter zake competente vlieg instructeurs en les- en handboekenschrijvers. Het toezicht door overheden schoot tekort, eveneens door incompetentie. De ongevalsonderzoekers van Bureau Vooronderzoek en de Raad voor de Luchtvaart gebruikten het AFM ook niet, maar in plaats daarvan een KLM Aircraft Operations Manual (AOM), en dat is onjuist; in dit AOM zijn niet alle voorgeschreven limieten uit het AFM overgenomen. Zij stelden weliswaar verbeteringen voor in de opleidingen (Ref. A, § 4.6), maar zagen niet toe op de uitwerking. Enkele jaren later gebeurden er opnieuw meerdere fatale ongevallen na motorstoring.

8.2.3. Conclusie. De Commissie concludeert dat de route van de vlucht in het rapport van de RvdL niet exact is weergegeven, maar concludeert niet dat de route niet in overeenstemming was met de in de vliegtuighandboeken voorgeschreven route voor de nadering wanneer twee motoren zijn uitgevallen. Evenmin concludeerde de Commissie dat de van toepassing zijnde vliegbependingen na motoruitval niet werden nageleefd. Er werd geen feitenonderzoek gedaan gebruikmakend van objectieve data uit de Flight Data Recorder, van het in het Type Certificaat gedefinieerde vliegtuighandboek van de El Al Boeing 747 en van de opleidingsboeken en het trainingsprogramma van de vliegers. In plaats daarvan werd een niet door de luchtvaartautoriteiten goedgekeurd handboek van een andere maatschappij gebruikt.

- 8.3. **In de analyse van de noodvlucht**, over het tweede rondje (Ref. B, § 2.4.10, pag. 53), schrijft de Commissie: *"Het niet exact opvolgen van de koersinstructies van de verkeersleiding heeft ertoe geleid, dat het vliegtuig onvoldoende tijd en ruimte heeft gekregen voor het oplijnen voor de landingsbaan. De reactie van de verkeersleider hierop is op zichzelf adequaat. De instructies van de verkeersleider houden echter geen rekening met het feit dat het vliegtuig in een noodsituatie verkeert en beperkte manoeuvreermogelijkheden heeft. Hierdoor*

worden scherpere bochten gevraagd dan het vliegtuig onder de gegeven omstandigheden in staat is uit te voeren".

8.3.1. Opmerking. Het was natuurlijk druk in de cockpit. Maar die druk is ontstaan omdat de vliegers zich niet aan de voorgeschreven procedures hebben gehouden. Het vliegtuig vloog na het afvallen van de motoren nog en was bestuurbaar. Van de verkeersleiding kregen ze juist wel voldoende tijd en ruimte, maar die namen ze niet. Ze bleven uit eigener beweging dichtbij het vliegveld, en volgden de aan de situatie aangepaste adviezen van de verkeersleider niet, met als gevolg dat het oplijnen voor de landing mislukte. Hadden ze wel hun procedures gevolgd dan hadden ze tijd gehad om te onderzoeken wat er precies aan de hand was, en een plan voor de nadering (vanaf 12 nm) en de landing kunnen maken en onderling in de crew kunnen bespreken. Dan ook hadden ze meer brandstof kunnen dumpen om het gewicht onder het maximaal toegestane landingsgewicht te krijgen, ter voorkoming van problemen tijdens de landing, en hadden geen scherpe bochten hoeven te maken. De instructies van de verkeersleider waren correct en aanvankelijk gericht op een 12 nm lange nadering zonder onnodig en onmogelijk gemanooeuvreer. Een verkeersleider hoeft geen rekening te houden met een noodsituatie, hij kan dat niet van afstand en is daartoe ook niet bevoegd. De kapitein is verantwoordelijk. De bochten werden overigens niet scherper dan eerdere bochten na het afvallen van de motoren. Waarschijnlijk overheerste de paniek. Maar vliegers worden geselecteerd en getraind om onder druk te kunnen presteren, daar rekent een passagier ook op.

8.3.2. Conclusie. De bemanning besloot zelf om, tegen de adviezen van de verkeersleiding in, en tegen de noodprocedures in hun vliegtuighandboek (AFM) in, te dichtbij het vliegveld te blijven waardoor er onvoldoende tijd en ruimte was om zich voor te bereiden op de landing, en op korte afstand van de baan nog bochten nodig waren.

- 8.4. In de analyse van de noodvlucht,** over links- of rechtsom vliegen (Ref. B, § 2.4.12, pag. 54), staat over een rechterbocht naar de eindnadering: *"Hierbij hield hij rekening met de uitval van twee rechtermotoren, waarbij getracht dient te worden uitsluitend rechterbochten te maken (een en ander conform geldende verkeersleidingsvoorschriften, gebaseerd op capaciteiten van een vliegtuig in dit soort omstandigheden)".*

8.4.1. Opmerking. Met *"hij"* wordt de verkeersleider bedoeld. Dat een verkeersleider aanwijzingen geeft om na de uitgevallen motoren 3 en 4 uitsluitend rechterbochten, d.w.z. over de dode motoren te maken, is beslist niet correct, en komt ook niet overeen met de verklaring van getuige de heer G. die tijdens zijn verhoor verklaarde (§ 4.8) *"dat in de procedures staat dat er bij voorkeur over de levende motoren gedraaid moet worden, dus in dit geval linkerbochten, omdat er dan iets meer marge is in de besturing"*. Ook het maken van linkerbochten, dus over de levende motoren, met maximum ingesteld asymmetrisch vermogen bleek in de gegeven uitleg na § 4.8 hierboven niet ongevaarlijk te zijn. In 2011 stond in de verkeersleidingsprocedures dat *"Aircraft may not be able to turn over failed engine"*. In de verklaring van verkeersleider de heer K. (verhoor 15, § 3.2) staat dat de verkeersleiding de keuze van de draairichting aan de vlieger overlaat, en dat moet ook, een verkeersleider is niet bevoegd om zulke (vlieg)adviezen te geven. Vliegtuigen moeten bij maximum asymmetrisch vermogen alleen maar rechtuit vliegen en geen bochten maken.

8.4.2. Conclusie. De verkeersleidingsvoorschriften moeten misschien ook eens door echte vliegtuigdeskundigen, niet alleen door verkeersleiders en verkeersvliegers, worden gereviseerd en waar nodig aangepast.

- 8.5. In het Eindrapport** (Ref. B, Proloog, pag. 11) staat ook: *"Maar de beslissing om de flaps uit te doen en weer op te trekken wordt het vliegtuig fataal"*.

8.5.1. Feiten en opmerkingen. Dit is door de Commissie geconcludeerd na een feitelijk onjuiste verklaring van de verhoorde vlieger-getuige, zie § 4.9 hierboven. De RvdL

constateerde (uit FDR-data en het wrak) dat 'flaps one', zijnde de stand van de flap hendel die de helft van alleen de leading edge flaps uitschuift, niet tijdens de laatste seconden van de vlucht werd geselecteerd, want dat was al eerder gedaan, en ze zijn ook niet ingetrokken. Zelfs als dat zou zijn gebeurd was dat niet fataal. Deze oorzaak staat ook niet in het Rapport van ongeval (Ref. A) en is onjuist. De beslissing om tijdens een 25° bocht volgas te geven werd het vliegtuig fataal.

8.5.2. De bemanning bleek niet op de hoogte te zijn van de beperkingen die horen bij het vliegen met twee motoren aan één vleugel. De daarvoor bestaande minimumbestuurbaarheidssnelheid werd, hetzij door onkunde, hetzij door gebreken in procedures en/of opleiding, ook niet genoemd door de ongevalsonderzoekers van BVO en RvdL. Dat de in de handboeken gepubliceerde $V_{MCA(2)}$ alleen maar geldig is tijdens rechtlijnige vlucht, terwijl tevens een kleine rolhoek wordt aangehouden van maximum 5° weg van de uitgevallen motor(en), en dat de actuele $V_{MCA(2)}$ tijdens bochten heel veel toeneemt, was blijkbaar ook niet bekend.

8.5.3. **Conclusie.** Uit het transcript van de communicatie van de verkeersleiding blijkt dat de kapitein besloot om de leading edge flaps, die al geruime tijd uit waren, weer in te trekken, maar dat werd niet gedaan. De beslissing om tijdens een 25° bocht volgas te geven werd het vliegtuig fataal; daardoor ging de bestuurbaarheid verloren.

- 8.6. **In het Eindrapport in § 8.2** op pag. 402 staat in punt 3: *"Nederland lijkt te klein om een onderzoek naar een grootschalig vliegtuigongeval voldoende grondig en tevens onafhankelijk uit te voeren. Nederland zou ontwikkelingen moeten stimuleren om ongevallenonderzoek in een Europees kader (EU) te plaatsen. Gestreefd zou kunnen worden naar een Europees equivalent van de Amerikaanse National Transport Safety Board"*.

8.6.1. **Conclusie.** Geheel mee eens. Maar dan moeten wel hoge eisen worden gesteld aan de vereiste kennis van onderzoekers, op de verschillende onderwerpen van een onderzoek.

- 8.7. **In het Eindrapport in § 8.2** op pag. 403 staat in punt 4: *"De Commissie vindt dat bij de beschouwing van externe veiligheid, het aanbeveling verdient om noodsituaties in beschouwing te nemen. Verdere mogelijkheden voor concrete invulling van de zogenaamde aanbeveling 10 van de Raad voor de Luchtvaart met betrekking tot externe veiligheid dienen onderzocht te worden. Hierbij kan met name overwogen worden op radarschermen van verkeersleiders, in geval van noodsituaties, snel de omliggende bebouwing zichtbaar te maken"*.

8.7.1. **Opmerkingen.** De overweging in de laatste zin is een onmogelijke overweging, niet omdat dit technisch niet mogelijk zou zijn, maar omdat dit onwerkbaar is. Hoe communiceert een verkeersleider zijn waarneming naar de vlieger-in-nood, overdag en 's nachts? Kan deze wel luisteren, of is hij te druk met het managen van het noodgeval? En wat als de verkeersleider fouten maakt, of de vlieger hem niet begrijpt. Hooguit zou de bebouwing opgenomen kunnen worden in de terrein database van het Ground Proximity Warning System, waarmee steeds meer vliegtuigen zijn uitgerust. Maar als een nadering volgens de voorgeschreven (nood)procedures verloopt heeft de vlieger alle benodigde aanwijzingen al voor zich, op de instrumenten en beeldschermen. Aanbeveling 10 van de RvdL gaat niet over het zichtbaar maken van omliggende bebouwing, maar om tijdens de training van vliegers en verkeersleiders over noodsituaties ook de bewustwording van de risico's voor derden in de buurt van vliegvelden in beschouwing te nemen.

8.7.2. **Conclusie.** Het gebruik van op radarschermen weer te geven omliggende bebouwing is een onuitvoerbaar advies.

- 8.8. **Over het functioneren van de Tweede Kamer (§ 22, pag. 405):** *"De Tweede Kamer moet de mogelijkheid krijgen om met ambtelijke diensten contact te leggen met het oog op het*

verzamelen van informatie, het verbreden en het verdiepen van de kennis van de leden van de Tweede Kamer".

8.8.1. Opmerkingen. Uit deze enquête blijkt dat als Kamerleden onbekend zijn met techniek en in dit geval ook met vliegoperaties er geen zinnige conclusies en aanbevelingen worden gedaan. Je kunt niet de tijdens een langdurige studie vliegtuigbouwkunde en vervolgstudies opgedane kennis in een paar oppervlakkige contacten overbrengen. Velen hebben geen affiniteit met techniek, en zullen dat nooit begrijpen, wat uit deze enquête al blijkt. Zoals Prof. Ronald Plasterk al eens zei: een bèta probleem vergt een bèta oplossing. De Kamer zou moeten overwegen om, mede ter voorkoming van blamages, geen parlementaire enquêtes meer te doen op onderwerpen waarvan de competentie ontbreekt, en dat in de wet te verankeren. Als zeker is gesteld dat de rapporten van de Onderzoeksraad voor Veiligheid de juiste feitelijke waarheid weergeven, alsook lessen voor de toekomst, dan is er geen reden voor een parlementaire enquête. Het moet dus zeker worden gesteld dat de OVV zeer deskundig is op de te onderzoeken ongevallen en incidenten, maar helaas is dat in de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid niet goed geregeld, evenmin in de praktijk, wat blijkt uit meerdere gereviewde rapporten van ongeval⁷. Voor zover uit openbare bronnen kon worden nagegaan is er geen expertise op vliegtuiggebied vertegenwoordigd in de Raad, ook niet onder de buitengewone leden, zelfs geen hoogopgeleide technicus, en dat wekt geen vertrouwen. De onderzoeksrapporten worden blijkbaar niet beoordeeld zoals dat in deze review is gedaan. Er gaan nog steeds mensenlevens verloren omdat er ongevallen gebeuren die voorkomen hadden kunnen worden.

8.8.2. Conclusie. Voor het verbreden en verdiepen van kennis op technologisch gebied is een bèta opleiding van vele jaren nodig. Al in 1709 schreef Alexander Pope: *"A little knowledge is a dangerous thing"*, met als verklaring: *"This proverb expresses the idea that a small amount of knowledge can mislead people into thinking that they are more expert than they really are, which can lead to mistakes being made"*. Het ware beter om of van een aantal Kamerleden te eisen dat zij in een bèta richting zijn opgeleid, of de Wet op de parlementaire enquête zodanig aan te passen dat bèta opgeleiden moet worden ingehuurd.

- 8.9. Conclusie over het eindrapport.** Zoals de Commissie concludeerde dat het rapport van de RvdL inzake de toedracht van het ongeval onvolledig en oppervlakkig is, zo concludeert AvioConsult, op basis van feitenonderzoek en vliegtuigkennis op hoog niveau, dat het rapport van de parlementaire enquêtecommissie eveneens onvolledig, oppervlakkig en niet feitelijk is, maar gebaseerd op meningen die niet in overeenstemming zijn met de objectieve feiten zoals die welke zijn geregistreerd door de Flight Data Recorder. De waarheid over de toedracht van het ongeval werd niet geconstateerd en er werden geen lessen getrokken om ongevallen na motorstoring of -uitval te voorkomen.

9. Conclusies deze review

- 9.1.** Deze review gaat alleen over het vliegende deel van de ongevalsvlucht in de verhoren en in het eindrapport, over de vraag waarom het ongeval gebeurde en waarom het vliegtuig niet is geland op Schiphol. De diverse deel-conclusies van de verhoren in deze review worden in dit hoofdstuk niet herhaald, tenzij deze leiden tot aanbevelingen.
- 9.2.** De ophanging van de motoren is ontwikkeld om motoren vanzelf te laten afbreken als er in de motoren ernstige vibraties optreden (§ 6.2.1). Dit moet voorkomen dat het gehele vliegtuig verloren gaat door schade aan of door afbrekende vleugels. Om na het uit- of afvallen van motoren veilig te kunnen doorvliegen zijn procedures ontwikkeld en snelheidsminima vastgesteld en getest, en in het Airplane Flight Manual (AFM) gepubliceerd. Het voor de bediening van het vliegtuig voorgeschreven AFM is in het Type Certificaat, behorende bij het

⁷ Zie webpagina's: <https://www.avioconsult.com/downloads-nl.htm> en <https://www.avioconsult.com/accidents.htm>.

Bewijs van Luchtwaardigheid, voorgeschreven. Het toepassen van het AFM is daardoor onlosmakelijk verbonden met de luchtwaardigheid van het vliegtuig.

Noch het onderzoek door de Raad voor de Luchtvaart, noch de parlementaire enquête heeft zich gericht op de procedures van het vliegen met twee uitgevallen motoren in het van toepassing zijnde AFM. Voor het onderzoek door de Raad voor de Luchtvaart (RvdL) werd een KLM Aircraft Operations Manual (AOM) van een Boeing 747-200/300 gebruikt waarin de procedures niet overeenkomen met die in het AFM, omdat voor de veiligheid van belang zijnde elementen daarin ontbreken (§ 4.8.15). Ook werd niet gerapporteerd dat het (gebruik van het) AFM van het verongelukte vliegtuig is onderzocht. De vliegers keerden vrijwel direct na het afvallen van de motoren terug naar Schiphol. Daaruit werd duidelijk dat zij geenszins van plan waren om de in het AFM voorgeschreven noodprocedures uit te voeren, maar juist zo snel mogelijk wilden landen, met alle risico's van dien. Ook bleek dat zij onbekend waren met de gevolgen van hoog asymmetrisch motorvermogen tijdens een bocht voor de bestuurbaarheid van het gehavende vliegtuig, wat voor de RvdL een aanleiding had moeten zijn om niet alleen hun AFM, maar ook eventuele andere Operating Manuals en hun opleiding eens onder de loep te nemen. Als eerder genoemd zijn zij niet de enigen; de meeste vliegers wereldwijd zijn de laatste jaren daarmee niet meer bekend gemaakt. Hoewel in het Rapport van Ongeval een aanbeveling werd gedaan voor het verbeteren van de opleiding en kennis van vliegers (Ref. A, § 4.6) op het gebied van de bestuurbaarheid wanneer het motorvermogen asymmetrisch is, werd daaraan geen gehoor gegeven, zo bleek uit de kennis van de verhoorde vlieger-getuigen en uit meer ongevallen. Er zijn gelukkig toch ook nog wel vliegers die wel weten hoe een vliegtuig met uitgevallen motoren te bedienen, zoals de vliegers van de Boeing 707 genoemd in § 4.21.2 hierboven.

- 9.3. Het doel van ongevallenonderzoek door de RvdL was ook het voorkomen van soortgelijke ongevallen in de toekomst. Dat doel is, voor wat betreft het voorkomen van ongevallen na motorstoring, door het gebrek aan expertise van de leden van de Onderzoekscommissie en de RvdL, niet bereikt. De juiste lessen voor de toekomst werden niet getrokken, want enkele jaren na de Bijlmerramp gebeurden er in Nederland opnieuw een vijftal soortgelijke ongevallen met vele doden tot gevolg (§ 1.6). Door onbekendheid met de vlieglimieten die van toepassing zijn wanneer motoren zijn uitgevallen werd de connectie niet gelegd; de veiligheid van het vliegen met uitgevallen motor(en) is helaas niet verbeterd, en dat is anno 2025 nog steeds niet het geval. Maandelijks verongelukken vliegers en hun passagiers ergens ter wereld omdat vliegers niet goed leren omgaan met het verlies van motorvermogen van hun meermotorige vliegtuig. Vliegelingen en vliegers hebben daartoe hulp nodig van hoogopgeleide experimenteel testvliegers, flight test engineers en van ook op het gebied van vliegoperaties opgeleide vliegtuigbouwkundige ingenieurs, die de luchtwaardigheidsvoorschriften begrijpen en de daarmee toegepaste ontwerpbeperkingen kunnen uitleggen (§ 1.8).
- 9.4. De vliegers volgden niet de in het AFM voorgeschreven motornoodprocedures en waren niet op de hoogte van de vliegeigenschappen en van de do's and don'ts met een vliegtuig waarvan een of meer motoren zijn uitgevallen. Na het afvallen van motoren en beschadiging van de rechtervleugel waren vrij grote roeruitslagen nodig, wat signalen waren dat de grenzen van de bestuurbaarheid bijna waren bereikt. Ook als een vliegtuig niet meer adequaat reageert op stuurinputs, dan moet de oorzaak ervan onmiddellijk worden geëlimineerd, zoals in dit geval het snel reduceren van hoog asymmetrisch vermogen waardoor de bestuurbaarheid kan worden herwonnen indien nog voldoende vlieghoogte beschikbaar is. Dit alles duidt op tekortkomingen in les- en handboeken en in de vliegeropleiding, zowel in theorie als praktijk (§ 4.24.2).
- 9.5. Luchtwaardigheidsvoorschriften vereisen niet (meer) het bepalen en publiceren van de minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA2} die al van toepassing is na het uitvallen van één motor, anticiperend op de uitval van een tweede motor. Het waarom is onduidelijk, aangezien

er nog steeds 4- of meermotorige vliegtuigen zijn, en nieuwe ontwerpen op stapel staan, zoals bv. elektrovliegtuigen met meer dan vier motoren (§ 4.8.10, § 4.11.1).

De V_{MCA} van een vliegtuig die van toepassing is na het uitvallen van één motor moet wel in het AFM van het vliegtuig worden gepubliceerd, maar de daarbij behorende vliegbeperkingen, zoals het alleen maar rechtuit vliegen en het aanhouden van een kleine rolhoek als vol vermogen op de overgebleven motoren wordt ingesteld hoeven niet daarbij te worden gepubliceerd. Deze voorwaarden zijn echter van levensbelang voor vliegers en daarmee voor hun passagiers. Dit is een ernstige tekortkoming in FAA- en EASA-certificatievoorschriften (§ 4.30.5).

- 9.6. De voorschriften van de verkeersleiding op Schiphol gaven in 1992 aanwijzingen die niet overeenkomen met de vliegeigenschappen van vliegtuigen na uitval van motoren. Er zouden verbeteringen zijn aangebracht maar die behoeven wellicht nadere evaluatie door deskundigen (§ 8.4.1).

10. Conclusies Parlementaire Enquête

- 10.1. Het doel van de parlementaire enquête was waarheidsvinding en het trekken van lessen voor de toekomst. In het eindrapport (Ref. B) schrijft de Commissie op pag. 18: *"Het onderzoek naar de waarheid is een onderzoek naar de feiten, waarbij geen ruimte is voor speculaties en verdachtmakingen. Het is om die reden dat de Commissie zo veel mogelijk verhalen en verschillende theorieën die over de Bijlmerramp de ronde doen, nauwgezet bij haar onderzoek heeft betrokken. De Commissie gaat ervan uit dat alleen door een dergelijke aanpak een einde kan komen aan de voortdurende speculaties over de toedracht en de lading van het verongelukte vliegtuig"*.

Verhalen en theorieën zijn niet feitelijk, zijn subjectief. Een onderzoek naar de waarheid betreffende een vliegtuigongeval vereist objectieve data en kennis van zaken. Waarom heeft niemand van de Enquêtecommissie geopperd dat er wellicht specialistische kennis nodig was, en zijn er door de Enquêtecommissie geen vliegtuigbouwkundige ingenieurs, vliegersingenieurs, experimenteel testvliegers of flight test engineers gehoord, mensen die op een veel hoger kennisniveau in de luchtvaart zijn opgeleid dan de verhoorde verkeersvliegers en onderzoekers, en dan de enquêterende Kamerleden? Een bèta-probleem vergt een onderzoek door bèta-opgeleide deskundigen (naar Prof. Ronald Plasterk). Een verkeersvlieger heeft ook niet vanzelfsprekend de expertise om onderzoek te doen naar de bestuurbaarheid van vliegtuigen, maar is opgeleid om een vliegtuig te bedienen en kan vlieg- en navigatieprocedures en het gebruik van boordsystemen uitleggen en evalueren, etc. Een vlieger is niet op hoger engineering niveau opgeleid om vliegeigenschappen te analyseren, en uit te leggen wat de gevolgen zijn van aerodynamische en andere veranderingen aan een vliegtuig en wat de invloed daarvan is op het evenwicht van krachten en momenten die het vliegtuig in de lucht houden. De Commissieleden, de getuigen, en de in deze review genoemde onderzoekers hebben de objectieve feiten, zoals data uit de Flight Data Recorder, noodprocedures in het Airplane Flight Manual, en de inhoud van de vliegtraining op het gebied van het besturen van een vliegtuig na motoruitval niet onderzocht en beschikten niet over de daarvoor benodigde kennis. *You only see what you look for, and you only look for what you know*. Men ging uit van meningen, van getuigenverklaringen, dus van subjectieve informatie. Dit was dus geen objectief onderzoek, en kon onmogelijk leiden tot waarheidsvinding, en dus ook niet tot het formuleren van lessen voor de toekomst.

- 10.2. De verhoorde vlieger-getuigen waren, evenmin als de vliegers van het rampvliegtuig, op de hoogte van de gevolgen van het verlies van twee motoren aan één vleugel. Het ontbrak hen aan kennis van krachten en momenten, hoewel de gevolgen van asymmetrisch vleugelgewicht hen toch bekend zouden moeten zijn door bestaande 'fuel asymmetry' limieten van verkeersvliegtuigen, die in vliegtuighandboeken (AFM) zijn voorgeschreven (§ 4.7.4). De beperkingen voor de bestuurbaarheid na het uit- en/of afvallen van motoren waren de

getuigen/deskundigen blijkbaar ook niet bekend. Noch zij, noch de Commissieleden raadpleegden de objectieve feitelijke gegevens uit de FDR en het Rapport van Ongeval, maar gaven hun mening, die niet op engineering kennis was gebaseerd.

De getuigen/deskundigen refereerden niet aan de in het AFM opgenomen procedures die door fabrikant Boeing en de luchtwaardigheidsautoriteit FAA zijn voorgeschreven voor het voortzetten van een vlucht met twee uitgevallen motoren. Het lijkt erop dat ook zij niet de kennis hadden van het vliegen met uitgevallen motoren, en op de hoogte waren van de daardoor geldende vliegbeperkingen, en gaven foute antwoorden.

Nogmaals, vliegers zijn opgeleid om een vliegtuig te bedienen, niet om die te ontwerpen of om de bestuurbaarheid na motoruitval te kunnen uitleggen en verklaren, al menen zij dat wel te kunnen. Test pilot schools maken snel korte metten met vermeende kennis.

- 10.3. De Commissie stelde tijdens de verhoren enkele goede vragen, maar kon de ondeskundige en soms zeer onjuiste antwoorden niet beoordelen en stelden die ook niet ter discussie, wat de kwaliteit van de parlementaire enquête niet ten goede komt. Waarheidsvinding en het trekken van lessen vereist kennis van zaken, competentie op het hoogste niveau. Indien er geen competente Kamerleden deel kunnen uitmaken van een parlementaire enquêtecommissie, waarom heeft de Commissie zich dan niet laten bijstaan door een vliegtuigbouwkundige, of door een experimenteel testvlieger, en waarom zijn die niet als deskundige gevraagd? De Wet op de parlementaire enquête voorziet blijkbaar niet in enquêtes op het gebied van techniek waarvoor bèta opleidingen nodig zijn.
- 10.4. Getuigen en deskundigen legden voor aanvang van het verhoor de volgende eed of belofte af ten overstaan van de voorzitter: *"Ik zweer of beloof, dat ik de gehele waarheid en niets dan de waarheid zal zeggen"*. Dit is niet in overeenstemming met de Wet op de parlementaire enquête, artikel 13. Deskundigen moeten beloven de vragen onpartijdig en naar beste weten te zullen beantwoorden.
- Deze review maakt wel duidelijk dat de waarheid niet werd verteld, en dat het beste weten van de verhoorde getuigen en deskundigen niet het beste weten is wat in de luchtvaart beschikbaar is, wat had moeten worden geraadpleegd om tot waarheidsvinding te komen en lessen te trekken voor de toekomst.
- 10.5. De Commissie concludeerde dat het selecteren van de flaps de oorzaak was van het ongeval, omdat een niet zo deskundige getuige op het gebied van bestuurbaarheid van vliegtuigen na motorstoring dat had gezegd. De getuige had zelfs niet de objectieve FDR-data geraadpleegd voorafgaand aan zijn uitspraak; de Commissie ook niet. De Commissie bleek meningen te horen in plaats van adequate kennis (§ 4.18.1). Hippocrates schreef lang geleden: *"There are in fact two things, science and opinion. The former begets knowledge, the latter ignorance"*. Een belangrijke conclusie is dus ook dat een niet ter zake kundige Enquêtecommissie de waarheid niet kan vinden, en geen lessen kan trekken voor de toekomst (§ 4.32). Filosoof Jean-Jacques Rousseau schreef: *"Men verdwaalt niet omdat men niet weet, maar omdat men denkt te weten"*.
- 10.6. Een uiterst belangrijke conclusie werd niet getrokken: toenemende onkunde door te beperkte opleidingen van vliegers en ongevalenonderzoekers of, en dat is meer aannemelijk, het niet (meer) betrekken van vliegtuigbouwkundige ingenieurs bij het beoordelen van procedures, handboeken en operationele limieten om na te gaan of die in overeenstemming zijn met de luchtwaardigheidsvoorschriften en met de ontwerpcriteria en -technieken in de vliegtuigbouwkunde. Als voorbeeld werd hierboven duidelijk gemaakt dat een vliegtuig niet wordt ontworpen om met maximum asymmetrisch vermogen een bocht te kunnen maken, en dat moeten vliegers dan ook niet doen. In les- en handboeken en in procedures moeten duidelijk worden gemaakt dat dit niet kan, maar dat gebeurt helaas niet, want die boeken worden blijkbaar niet geschreven of gereviewd door ingenieurs of andere experts. De kennis van de parlementaire enquêtecommissie schoot ook tekort om tot objectieve waarheidsvinding te komen en de juiste conclusies te kunnen trekken, omdat het zowel

hen, als de gehoorde getuigen ontbrak aan wetenschappelijke kennis van vliegtuigbouwkunde en vliegtuigoperaties (§ 4.30.4, § 6.2.4).

- 10.7. De parlementaire enquêtecommissie concludeerde dat het rapport van de Raad voor de Luchtvaart inzake de toedracht van het ongeval onvolledig en oppervlakkig is (§ 8.9). AvioConsult concludeert op basis van feitenonderzoek en zijn vliegtuigkennis dat het rapport van de parlementaire enquêtecommissie eveneens onvolledig, oppervlakkig en niet feitelijk is, maar gebaseerd op meningen die niet in overeenstemming waren met de objectieve feiten en met vliegtuigbouw- en vliegproefkunde (§ 6.2.1).
- 10.8. Met de conclusie van de Commissie dat Nederland te klein is voor een eigen onderzoeksraad voor vliegtuigongevallen wordt geheel ingestemd (§ 8.6). De OVV slaagt er maar niet in om objectief en deskundig onderzoek te doen naar vliegtuigongevallen en liet dat in het verleden veelal zelfs over aan juristen, wiens wollige pennenvruchten niet leidden tot het verhogen van de veiligheid⁸. In de huidige Raad, inclusief de buitengewone leden, heeft zelfs geen enkele vliegtuigdeskundige zitting om de door onderzoekers geschreven rapporten te kunnen beoordelen, terwijl de Rijkswet OVV wel "*relevante deskundigheid*" vereist (Artikel 7 lid 3).

11. De oorzaak van het ongeval

11.1.1. Het ongeval werd veroorzaakt doordat de vlieger tijdens een bocht volgas gaf op beide linker motoren. De laterale krachten en momenten die het gevolg zijn van dit grote asymmetrisch vermogen en de tijdens de bocht toegenomen laterale component van de zwaartekracht konden niet meer worden tegengewerkt met een maximum uitslag van de stuurorganen, waardoor de bestuurbaarheid van het vliegtuig verloren ging.

11.1.2. Het verlies van bestuurbaarheid kan de vlieger niet worden verweten omdat noch tijdens zijn vliegtraining, noch in zijn les- en handboeken duidelijk werd gemaakt dat een vliegtuig alleen maar is ontworpen om met maximum asymmetrisch motorvermogen recht uit te blijven vliegen, of dat slechts kleine rolhoeken mogelijk zijn. Bovendien vereisen de luchtwaardigheidsvoorschriften niet (meer) dat de minimumbestuurbaarheidssnelheid V_{MCA2} , die van toepassing is nadat één motor is uitgevallen en ook als twee motoren aan dezelfde vleugel zijn uitgevallen, wordt gemeten en gepubliceerd, en ook niet dat de vlieger in zijn vliegtuighandboek (AFM) moet kunnen lezen onder welke condities die minimumsnelheid geldig is. De luchtwaardigheidsvoorschriften schieten schromelijk tekort.

11.1.3. Een oorzaak van dit ongeval en van vele andere ongevallen na motorstoring is ook dat het bij toezichthouders op vliegtuighand- en lesboeken, en op de theoretische en praktische vliegopleidingen, ontbreekt aan toereikende kennis op dit gebied. Tekortkomingen worden niet ontdekt: "*Inspectors only see what they look for, and only look for what they know*".

11.1.4. Ongevallenonderzoekers wereldwijd worden ook niet meer goed opgeleid op het gebied van de bestuurbaarheid van vliegtuigen en constateren de werkelijke oorzaak van ongevallen na motoruitval niet, en doen dus ook geen passende voorstellen om toekomstige ongevallen te voorkomen, of de gevolgen daarvan te beperken.

12. Aanbevelingen

- 12.1. Een parlementaire enquête moet door en onder leiding van ter zake kundigen worden gedaan, niet door Kamerleden die geen expertise op het gebied van vliegtuigengineering en vliegtuigoperaties hebben en getuigenverklaringen niet kunnen beoordelen. Zij vinden de

⁸ Zie gereviewde rapporten van ongevallen op <https://www.avioconsult.com/downloads-nl.htm> en <https://www.avioconsult.com/accidents.htm>.

waarheid helemaal niet, en kunnen ook geen lessen trekken voor de toekomst. Het wordt aanbevolen de Wet op de parlementaire enquête zodanig aan te passen, dat dit mogelijk wordt.

- 12.2. Reeds tijdens en na de 2^e Wereldoorlog hebben vliegtuig-fabriceerders landen geconcludeerd dat verkeersvliegers niet deskundig genoeg zijn om experimentele vliegproeven uit te voeren, reden waarom test pilot schools met MSc entreeniveau werden opgericht waar vliegers en ingenieurs in een jaar tijd daarvoor worden opgeleid. Ondanks dat verkeersvliegers vaardig zijn in het bedienen van vliegtuigen tijdens verkeersvluchten, en voor het navigeren naar vliegvelden over de gehele wereld, zijn zij niet of slechts heel beperkt deskundig op vliegtechnisch/engineering gebied. De vele ongevallen na motorstoring bewijzen dat dit zo is. De review van de verhoren maakt dat ook duidelijk.
- Motoren en vliegtuigen worden steeds beter, maar de kans dat iets fout gaat zal nooit nul zijn. De voor die gevallen ontwikkelde en geteste noodsystemen en noodprocedures moeten dan wel ontwikkeld zijn in overeenstemming met de luchtwaardigheidsvoorschriften, en met de tijdens het ontwerp van het vliegtuig toegepaste mogelijkheden en beperkingen van het vliegtuig. Deze systemen en procedures moeten dan wel worden gebruikt.
- Een aanbeveling is dan ook om het vliegonderwijs op het gebied van bestuurbaarheid na motorstoring sterk te verbeteren en in overeenstemming te brengen met luchtwaardigheidsvoorschriften (Ref. E), met op universiteiten gedoceerde vliegtuigtechniek, met de op testpilot schools gedoceerde en met de door luchtvaartautoriteiten voorgeschreven 'flight test techniques' (Ref. F) die worden toegepast om de limieten van vliegtuigen te bepalen. Het wordt aanbevolen deze onderwijsdocumenten en -methodes door een multidisciplinair team van deskundigen, waarin onder meer vliegers, experimenteel testvliegers, (vliegproef)ingenieurs en human factors deskundigen, te laten schrijven en/of reviewen en waar nodig te verbeteren. AvioConsult heeft hierover in 2019 de lezing *Safety-Critical Procedure Development Requires High Level Multi-Disciplinary Knowledge* (Ref. M) verzorgd tijdens het *Safety and Procedures Forum* van Eurocontrol in Brussel.
- 12.3. Teneinde het aantal slachtoffers van ongevallen terug te dringen moet niet alleen de training van vlieg instructeurs en vliegers op het gebied van het vliegen met uitgevallen motoren worden verbeterd, maar ook die van ongevallenonderzoekers om de juiste conclusies te kunnen trekken en aanbevelingen te kunnen doen. AvioConsult heeft daartoe al in 2005 een rapport/lesdictaat (Ref. L) geschreven en op zijn website gratis ter beschikking gesteld. Aanbevolen wordt hiervan kennis te (laten) nemen.
- 12.4. De Raad voor de Luchtvaart en Bureau Vooronderzoek zijn opgegaan in de Onderzoeksraad voor Veiligheid. De Rijkswet OVV regelt de samenstelling van deze Raad. De huidige raadsleden en buitengewone raadsleden hebben niet de kennis om de door onderzoekers geschreven rapporten over vliegtuigongevallen te beoordelen; geen van hen heeft een bevoegdheid in de luchtvaart (gehad). Vele rapporten schieten ernstig tekort. Het verloren gegane vertrouwen, wat mede de aanleiding was tot deze parlementaire enquête, zal met de huidige samenstelling van de Raad niet worden teruggewonnen. Aanbevolen wordt om de Rijkswet Onderzoeksraad voor veiligheid zodanig te wijzigen dat tenminste één all-round luchtvaartdeskundige van hoog niveau in de Onderzoeksraad voor Veiligheid wordt benoemd.
- 12.5. De luchtwaardigheids-eisen van de FAA en EASA schieten op een aantal kritieke punten tekort, met name op het gebied van het vliegen met asymmetrisch motorvermogen. AvioConsult heeft al jaren geleden voorstellen voor verbetering (Ref. N) gedaan gebruikmakend van zijn testvliegkennis, maar dit werd niet geaccepteerd, vermoedelijk ook door onkunde, waardoor ongevallen bleven gebeuren. De voorschriften moeten worden verbeterd om ongevallen in de toekomst te voorkomen.

- 12.6. Het wordt Nederlandse vertegenwoordigers in internationale fora en organisaties over luchtvaartregelgeving, veiligheid in de luchtvaart en ongevallenonderzoek, zoals European Aviation Safety Agency (EASA), International Civil Aviation Organization (ICAO), Flight Safety Foundation (FSF), International Society of Air Safety Investigators (ISASI), European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities (ENCASIA), etc., aanbevolen om de hierboven beschreven tekortkomingen en aanbevelingen ook bij deze organisaties aan de orde te stellen. In Ref. G staan voorstellen, welke *AvioConsult* ook aan de ICAO zal aanbieden.
- 12.7. Verkeersleidingsprocedures zouden door deskundigen moeten worden geëvalueerd op overeenkomst met de eigenschappen en mogelijkheden van een vliegtuig, onder meer wanneer motoren zijn uitgevallen. ■

Lijst van afkortingen

Afkorting	Betekenis
AFM	Airplane Flight Manual
AOM	Aircraft Operations (or Operating) Manual
ATC	Air Traffic Control
BSc	Bachelor of Science degree
BVO	Bureau Vooronderzoek
CS	Certification Specification (EASA)
CVR	Cockpit Voice Recorder
EASA	European Aviation Safety Agency
ENCASIA	European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities
EPR	Engine Pressure Ratio – measure of thrust of an engine (footnote 6)
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FAR	Federal Aviation Regulations (FAA)
FCRG	Flight Crew Reference Guide
FCTM	Flight Crew Training Manual
FDR	Flight Data Recorder
ft	foot or feet
ICAO	International Civil Aviation Organization
ISASI	International Society of Air Safety Investigators
KLM	Royal Dutch Airlines
kt	knot(s) (1 kt = 1,852 km/h)
m	meter(s)
MLW	Maximum Landing Weight
MSc	Master of Science degree
NLR	National Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium, Amsterdam
nm	Nautical Mile (1 nm = 1852 m)
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)
OEI	One Engine Inoperative (n-1)
ROC	Rate of Climb
RvdL	Raad voor de Luchtvaart
s	second(s)
TCDS	Type Certificate Data Sheet
TEI	Two Engines Inoperative (n-2)
TPS	Test Pilot School
TSB	Transportation Safety Board
USAF	United States Air Force
UTC	Universal Time Coordinated (Greenwich Mean Time)
V_{MC} or V_{MCA}	Minimum Control Speed Airborne (or in the Air), One Engine Inoperative
V_{MCA2}	Minimum Control Speed Airborne (or in the Air), Two Engines Inoperative
V_{MCL}	Minimum Control Speed during Approach and Landing
V_2	Takeoff Safety Speed
V_R	Rotatiesnelheid
V_S	Stall speed
W	Weight (of the airplane)