



**“DE HOGE-SNELHEIDSTUNNEL GEBRUIKT EVENVEEL STROOM ALS
ALLE ELEKTRISCHE TREINEN VAN DE NS TEZAMEN”**

– De heer A.H. Geudeker, 1957



HET NLR IN DE LIFT

Het NLR, met ruimtevaart in portefeuille, ondergaat een enorme groei. De door de overheid gefinancierde onderzoeksprojecten werpen vele vruchten af voor de ontwikkeling van een nieuwe generatie van Fokker vliegtuigen. Vraagstukken over het civiele en militaire gebruik van vliegtuigen leiden tot een forse toename van werk. De aandacht wordt daarbij gericht op het milieu, de veiligheid en de efficiëntie en effectiviteit in de luchtvaart. Moderne onderzoeksfaciliteiten blijken onontbeerlijk te zijn voor het onderzoek.

4 HET NLR IN DE LIFT

De periode vanaf begin jaren '60 kenmerkt zich door grote veranderingen voor het laboratorium. Er is een geweldige groei in kennis en onderzoekspotentieel en er komen nieuwe geavanceerde onderzoeksfaciliteiten. In de eerste 35 jaren van die periode leveren vooral de grote vliegtuigprojecten van Fokker veel werk op. De personeelsomvang groeit van 400 tot 900 medewerkers.

Naast werk op het gebied van vliegtuigontwikkeling neemt ook het werk op het gebied van het vliegtuiggebruik toe. De situatie verandert na het faillissement van Fokker in 1996. De projecten op het dan inmiddels sterk toegenomen gebied van vliegtuiggebruik zorgen dan voor het meeste werk. Door interne “verschuiving” van medewerkers blijft de schade voor het NLR beperkt. De personeelsomvang wordt in 2004 bij een ingrijpende reorganisatie bijgesteld van 900 tot 700 medewerkers.

Ruimtevaart wordt in 1961 ingebed en zichtbaar gemaakt in de naamgeving van de organisatie: NLL wordt NLR. Tien jaar later verandert om die reden ook de naam van het NIV in NIVR. De taken van het NLR, namelijk het ondersteunend zijn aan de Nederlandse overheid en aan de Nederlandse lucht- en ruimtevaartbedrijven en -instellingen (de lucht- en ruimtevaartsector) breiden in die periode sterk uit. Het groeiend belang van de ruimtevaart, het luchtverkeer en de informatica leidt tot het ontstaan van hoofdafdelingen met

overeenkomstige namen. Ook elektronica en avionica groeien uit tot belangrijke vakgebieden.

Het verrichten van door de Nederlandse overheid gefinancierde kennisopbouw blijft hoogst noodzakelijk voor het ontwikkelen van technologie en voor de uitvoering van toekomstige opdrachten. Ook andere landen ondersteunen langs deze weg hun lucht- en ruimtevaartsector. Belangrijk voor het NLR zijn de programma's van het NIVR gericht op het verwerven van kennis en op het ontwikkelen van nieuwe vliegtuigtechnologie voor Fokker.

Vanaf de jaren '60 komen er meer orders voor Fokker voor de F.27 Friendship. Het vormt een stimulans voor de ontwikkeling van de F.28 Fellowship, gevolgd in de jaren '80 door de Fokker 50, de Fokker 100 en de Fokker 70. Ten behoeve van deze vliegtuigprojecten verricht het NLR in diverse sectoren van de organisatie veel werk. Het faillissement van Fokker weet het NLR goed op te vangen doordat vanaf dat moment veel werk ontstaat voor het Ministerie van Defensie en voor het NIVR.

De maatschappelijke aandacht voor efficiëntie, veiligheid en milieu drukken een stempel op de aard van het werk, dat steeds meer in internationaal verband plaats vindt. Die samenwerking is van belang voor de internationale uitwisseling van kennis en is mede gericht op het voorkomen van doublures bij bijvoorbeeld de inzet van kostbare onderzoeksfaciliteiten.

Het beeld groeit verder dat het NLR het enige instituut is in Nederland met kennis en ervaring op het brede gebied van de luchtvaart en de ruimtevaart.



CONTROLE VAN DE CESSNA CITATION

NIVR-PROGRAMMA'S

Medio 1961 verstrekt het NIV aan Fokker en NLR opdracht tot het uitvoeren van een voorstudie naar de ontwikkeling van een straalverkeersvliegtuig van ongeveer dezelfde grootte als de F.27. In december 1962 vindt bij het NLR de eerste windtunnelproef plaats met een model van de F.28. Verschillende windtunnelmodellen van de F.28 worden in de periode tot 1970 in de NLR-windtunnels “geblazen”. Begonnen wordt met het maken van metalen wind-

tunnelmodellen in plaats van de gebruikelijke houten modellen tot die tijd. Metalen windtunnelmodellen kunnen de hogere belastingen beter verdragen die optreden in de HST en SST. Diverse uitvoeringen van de F.28-modellen worden onderzocht in de LST en HST. Er is veel aandacht voor de vermindering van het geluids-niveau van de F.28.

Tot 1971 is het door het NLR verrichte langere termijn gerichte ‘research’ werk voor het NIVR beperkt van omvang. Oorzaak daarvan is dat het NLR veel capaciteit nodig heeft voor het F.28 project. De Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR pleit voor een belangrijke uitbreiding van de langere termijn ‘research’ capaciteit bij het NLR. Het NIVR stelt daarna voor te komen met een meerjarenprogramma voor onderzoekswerk om een slagvaardiger beleid in de vliegtuigontwikkeling te kunnen voeren. In 1971 gaat het Algemeen Research Programma (ARP) van start. Het doel is om

– anders dan de tot dan toe uitgevoerde incidentele opdrachten – te komen tot een meerjarenprogramma voor het door het NLR te verrichten onderzoek.

Het ARP is planmatig van opzet en door goede samenwerking en begeleiding vanuit het NIVR is het mogelijk om de langere termijn ‘research’-doelstellingen te realiseren.

Het ARP is gericht op het uitvoeren van basisonderzoek om de kennis en het inzicht op luchtvaarttechnische vakgebieden te vergroten. Dit basisonderzoek betreft verbetering of ontwikkeling van ontwerpgereddschappen en de uitvoering van studies om te bepalen in hoeverre nieuwe metho-

den, materialen, technieken en processen in de toekomst van belang kunnen zijn voor de Nederlandse vliegtuigindustrie. Het onderzoek wordt uitgevoerd door het NLR. Het neemt een plaats in tussen het fundamentele onderzoek dat voornamelijk aan de TU-Delft wordt uitgevoerd en het

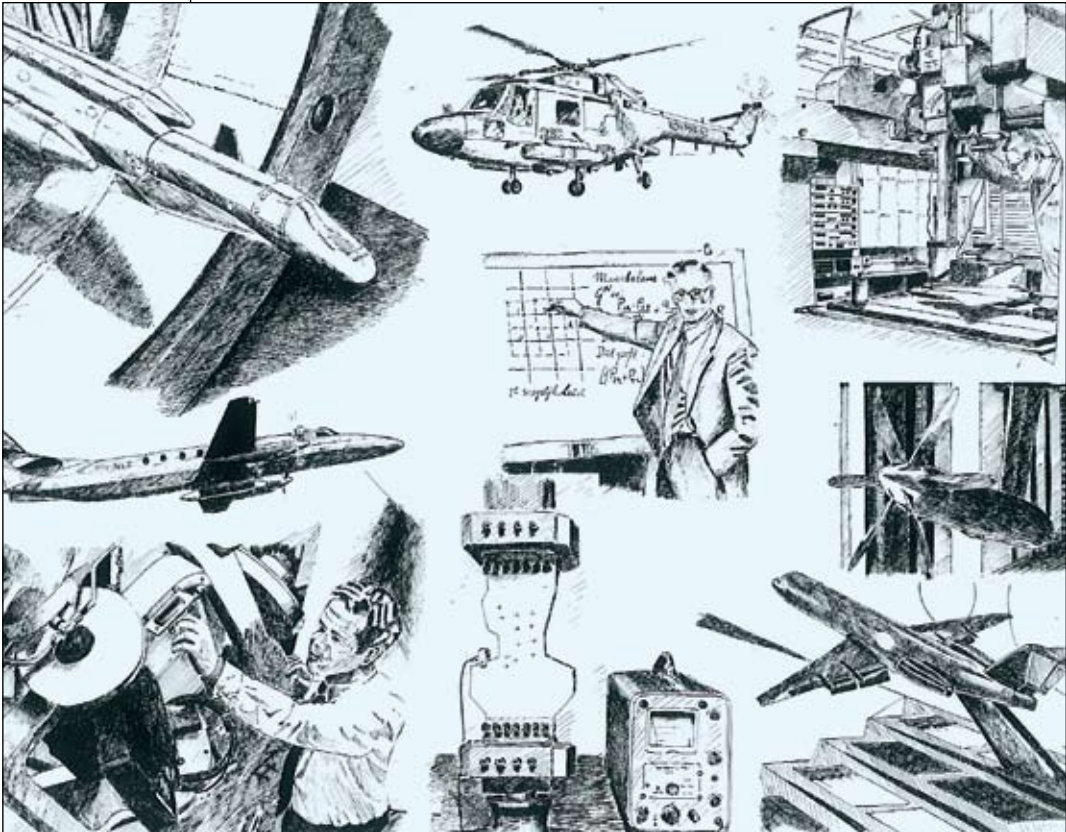
**METALEN
WINDTUNNEL-
MODELLEN KUNNEN
DE HOGERE
BELASTINGEN
BETER VERDRAGEN
DIE OPTREDEN IN
DE HST EN SST.**

AANPASSING TAKEN

in verband met statutenwijziging (uitbreiding met Ruimtevaart)

Het doen van onderzoekingen, het nemen van proeven en het geven van advies op het gebied van lucht- en ruimtevaart en aanverwante gebieden. Voorts wordt op de Stichting een beroep gedaan voor de uitvoering van taken in verscheidene internationale organen van samenwerking.

ILLUSTRATIE
JAN TE BOEKHORST





INLADEN DR28
VLIEGPROEF
APPARATUUR VOOR
VLIEGPROEVEN IN
DE BEECHCRAFT
QUEEN AIR

meer projectgerichte onderzoek door de industrie. Jaarlijkse bijstelling van het ARP vindt plaats in overleg tussen NIVR en NLR, mede op advies van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR. Het ARP richt zich op de volgende gebieden: Aërodynamica, Constructies en Materialen en Vliegeigenschappen en Vliegtuiggebruik. Vanaf 1978 wordt voor ruimtetechnologie een apart programma opgesteld, het NIVR Ruimtetechnologie Programma (NRT).

Halverwege de jaren '70 besluit het NIVR een programma van werkzaamheden te starten, gericht op het ontwikkelen van de technologie benodigd voor de opvolger van de F.28. Dit programma "Aanloop Nieuw Project" (ANP) is gericht op de praktische toepassing van een superkritieke vleugel, de toepassing van moderne constructieconcepten en nieuwe materialen en op moderne meetsystemen voor prestatie-metingen. Het nieuwe project wordt een af-

geleide versie van de F.28 met een langere romp, om tegemoet te komen aan de behoefte aan vliegtuigen met een capaciteit van 100-120 zitplaatsen. De F.28 Super moet aanzienlijk economischer zijn dan zijn voorganger, door toepassing van de superkritieke vleugel, gebruik van lichtere materialen en nieuwe zuiniger en stillere motoren.

Na afsluiting van het ANP begint het NIVR in 1977 met het Interim Programma (IP), om de uit het ANP verkregen resultaten verder uit te diepen. Met de resultaten (vliegtuig-ontwerpen) uit het IP benadert Fokker een aantal luchtvaartmaatschappijen, die een groter vliegtuig nodig hebben met een capaciteit van tenminste 130 zitplaatsen en 6 stoelen op een rij. Daarop volgt een nieuw ontwerp, de F.29, met bredere romp en motoren onder de vleugel. Om de risico's voor een dergelijk project te spreiden zoekt Fokker een partner en vindt uiteindelijk McDonnell Douglas. Samen nemen zij een nieuw vliegtuig in studie voor 150 passagiers, de MDF-100. De samenwerking wordt evenwel in 1981 verbroken. In 1982 worden studies opgestart naar het verder ontwikkelen van de F.28. Er wordt onderzoek gedaan o.a. naar het verder reduceren van de geluidsproductie (door geluidsdemping van motorcomponenten en door het uitvoeren van aangepaste vlieg-procedures) om te kunnen voldoen aan de door ICAO vastgestelde geluidsemissienormen. Helaas blijkt dat niet haalbaar.



FOKKER F.28 SUPER



FOKKER F.29

Fokker zet vervolgens in op een verdere ontwikkeling van de F.27 en F.28. Bij de doorontwikkeling van de F.27 leidt dat tot de Fokker 50. Wat betreft de F.28 worden versies onderzocht met een krachtiger motor en een superkritieke vleugel. Beide projectvoorstellen worden in 1983 aangekondigd.

Het Vliegtuig Technologie Programma (VTP) start begin jaren '80. Het dient ter voorbereiding op de ontwikkeling van een technologisch vernieuwd vliegtuigproject in de jaren '90. Het VTP-onderzoek beweegt zich op de belangrijkste terreinen van de vliegtuigontwikkeling:

- voorontwerpmethoden
- aërodynamica en aëro-elasticiteit
- geavanceerde constructies en materialen
- intern en extern geluid
- vliegtuigsystemen en Fly-By-Wire
- Computer Aided Engineering
- technologie voor de beproeving in de vlucht

Het laatste onderdeel betreft de ontwikkeling van het Meet-, Registratie- en Verwerkings Systeem (MRVS) voor vliegproeven met prototypen.

Met het faillissement van Fokker in 1996 valt een groot deel van het VTP-onderzoek weg. Enkele onderzoeken worden evenwel voortgezet, omdat deze van belang worden geacht voor andere toepassingen. Voorbeelden daarvan zijn de beproeving van een Fokker 100-achtig staartvlak (stabilo) dat geconstrueerd en vervaardigd is uit Carbon Fibre Reinforced Plastic en de voorbereiding van een meting van een Fokker 100 windtunnelmodel in de cryogene windtunnel (European Transonic Windtunnel, ETW). Ook het ARP-programma moet vanaf 1996 sterk worden teruggeschaald. Alleen het onderzoek voor Fokker in haar rol van componentontwerper en -fabrikant kan worden gehandhaafd, evenals het onderzoek op gebieden als vliegmechanica en aëro-akoestiek. Vele jaren lang is het NIVR voor het NLR de grootste opdrachtgever en in alle bovengenoemde programma's heeft het NLR een belangrijk aandeel.

Na 1996 blijft de Nederlandse overheid de luchtvaartindustrie steunen. Er komen twee stimuleringsprogramma's. Het eerste heeft als doel die industrie een zo goed mogelijke positie te bezorgen in het project "Vervanging F-16". Het tweede moet helpen de Stork Aerospace Group een aandeel te geven in de ontwikkeling van



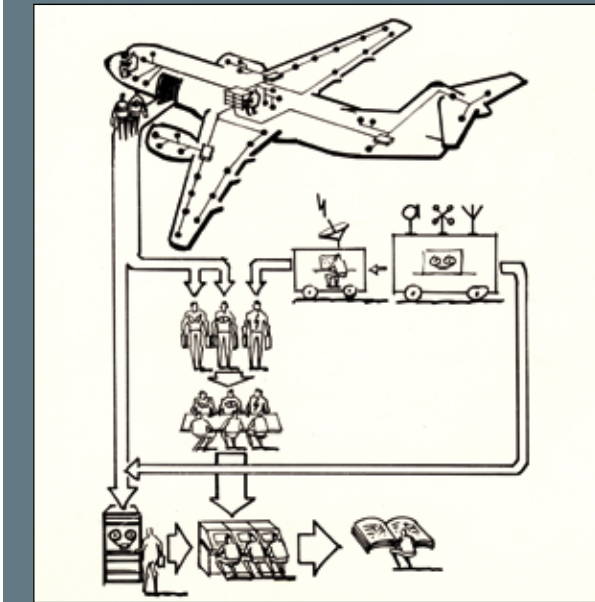
PAPIERWERK OOK
DE IN HANGAR

de Airbus A3XX. Aan beide programma's, die door het NIVR worden gecoördineerd levert het NLR een ruim aandeel. Omdat het ontwikkelingswerk van de Nederlandse vliegtuigindustrie verder terug loopt houdt de stichting NIVR in 2009 op te bestaan. Het NIVR wordt ondergebracht bij Senter Novem, een agentschap van het ministerie van Economische Zaken.

ONDERZOEK EN FACILITEITEN

Vanaf de jaren '60 is sprake van een grote toename van werk bij het NLR. Redenen daarvan zijn dat enerzijds de behoefte aan onderzoek sterk toeneemt (o.a. door een aantal grote vliegtuigprojecten). Anderzijds worden de onderzoeksmogelijkheden sterk verbeterd mede door de opkomst van de computer en telecommunicatie. Computers worden steeds krachtiger en de infrastructuur steeds geavanceerder, waardoor informatie snel verwerkt en gedistribueerd wordt. Het heeft grote invloed op de wijze waarop het onderzoek bij het NLR wordt uitgevoerd.

Het is de combinatie van speurwerk en praktijkonderzoek naar operationele problemen die het NLR de noodzakelijke kennis verschaft. In de laatste 50 jaren zijn diverse nieuwe grote onderzoeksfaciliteiten gebouwd of aangeschaft, zoals windtunnels, vliegtuigen, simulatoren, beproevingsapparatuur voor constructies en materialen en grote computers. Deze faciliteiten zijn van zeer groot belang voor het succesvol uitvoeren van projecten en het vergaren van kennis voor latere projecten. Een groot deel van de NLR-activiteiten en faciliteiten is beschreven door Jan van der



MEET-, REGISTRATIE EN VERWERKINGS SYSTEEM (MRVS)

Het MRVS wordt door Fokker en het NLR ontwikkeld in de periode 1975-1985. Het wordt ingezet bij de vliegbeproeving van de Fokker 50, Fokker 100, Fokker 60 en Fokker 70. MRVS is het geheel van apparatuur, in het vliegtuig en aan de grond, computerinfrastructuur en software, nodig om betrouwbare gegevens te verkrijgen voor de evaluatie en certificatie van (prototype) vliegtuigen.

HET MRVS
(ILLUSTRATIE
HENK MENSINK)



HET SCHEPPEN VAN GUNSTIGE VOORWAARDEN

De toename van werk voor opdrachtgevers in de jaren '60 betekent dat gedurende vele jaren de verhouding tussen het vrije speurwerk (op de langere termijn gerichte 'research') en het in opdracht uitgevoerde onderzoek scheef ligt. Dit ziet het NLR-bestuur in het algemeen als ongunstig voor de reputatie van het laboratorium. De oplossing is om meer capaciteit vrij te maken voor 'research'. In het jaarverslag over 1963 is daarover onder meer vermeld "dat de in 1963 gerealiseerde opdrachten stellig niet die betekenis gehad zouden hebben indien niet in het verleden systematisch eigen vrij speurwerk zou zijn verricht". De ambitie om meer speurwerk te doen wordt vastgelegd in meerjarenwerkplannen, waarbij de adviezen van de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR van grote waarde worden geacht. Behalve capaciteitstekort wordt ook onderkend dat de mogelijkheid om vrij speurwerk uit te voeren afhankelijk is van de mate waarin de uitrusting (faciliteiten) van het NLR wordt aangepast aan de moderne behoefte. Installaties en apparatuur kunnen, volgens het jaarverslag over 1964, niet 'up to date' genoeg zijn.

In 1967 blijken er te weinig deskundigen te zijn in bepaalde gebieden, vanwege de zuigkracht die het buitenland uitoefent. De oplossing wordt gezocht in een verbeterde organisatie en het voeren van een actief personeelsbeleid. Met het laatste wordt bedoeld een "orgaan ter bevordering van de communicatie tussen werkgever en medewerkers" (de voorloper van de Ondernemingsraad die op 19 december 1972 wordt ingesteld) en een betere pensioenregeling. Vanaf de jaren '80 begint het NLR te werken aan de opbouw van een kwaliteitssysteem. Eén van de doelstellingen is om als kwaliteitsorganisatie een betere positie te krijgen op de markt. Hiervoor behaalt (en behoudt) het NLR een ISO 9001 certificaat en een militair AQAP-certificaat. Deze certificaten betekenen kort gezegd dat het NLR zo is ingericht dat het de juiste producten en diensten kan leveren binnen afgesproken tijd en budget. Vanaf 2008 is het NLR gecertificeerd als organisatie met een geïntegreerd KAM-managementsysteem (Kwaliteit, Arbo en Milieu). Naast aandacht voor een goede bedrijfsvoering (Kwaliteit) is daarmee ook voorzien in het welzijn van medewerkers (Arbo) en hun leefomgeving (Milieu).

ONTWIKKELING VAN VLEGHTUIGEN EN RUIMTE-VAARTUIGEN



De ontwikkeling van nieuwe Fokker-vliegtuigen leidt tot veel werk, waardoor de windtunnelfaciliteiten goed benut worden, vliegtuigconstructies moeten worden getest en na de bouw van het prototype vliegproeven nodig zijn. Ook buitenlandse vliegtuigmodellen worden getest in beide nieuwe windtunnels, de HST en de SST. Niet-luchtvaartonderzoek in de lage-snelheidswindtunnels neemt eveneens een hoge vlucht. Modellen van voertuigen, gebouwen, boorplatforms, bruggen en windmolens worden in de windtunnel onderworpen aan de kracht van de wind.

Het AICMA-contract loopt weliswaar in 1964 af, maar als gevolg daarvan is wel een goede relatie met de Europese industrie opgebouwd. Medio jaren '60 vinden voor Sud Aviation, het latere Aérospatiale, de eerste metingen plaats aan modellen van de Concorde in de HST. Kort daarna gevolgd door metingen in

de SST. Rond 1969 vinden de eerste metingen plaats aan de Airbus A300 in de HST. Korte tijd is de HST ook één van de "Airbus tunnels", maar deze status gaat verloren als Fokker zich in 1980 losmaakt van VFW en vervolgens uit het Airbus consortium stapt. Wel blijft MBB en later DASA, de Duitse tak van Airbus, ontwikkelingswerk in de HST



ONDERZOEK AAN DE MOTORGONDEL VAN DE AIRBUS IN DE HST



WINDTUNNELMODEL VAN DE CONCORDE IN DE HST

uitvoeren. Vanaf het eerste vliegtuig van Airbus, de A300, zijn windtunnelmodellen van alle Airbus vliegtuigtypen in de NLR-windtunnels (later die van DNW) getest. Van de regelmatige buitenlandse opdrachtgevers kunnen verder Dassault, Aérospatiale, SAAB, Dornier, IAI en AerMacchi worden genoemd evenals het werk in opdracht van ELDO/ESA voor de ruimtevaart. De omvang van het buitenlandse windtunnelwerk fluctueert weliswaar sterk maar blijft een zeer belangrijke aanvulling op het werk voor Fokker. In het ontwerpproces speelt de windtunnel in toenemende mate een rol.

De grote meetcampagnes in de LST en HST beginnen met de F.27 en de F.28. Zo wordt voor de F.28 in de periode tussen 1962 en 1973 8132 uur gemeten in de LST (lage snelheidsonderzoek), 744 uur in de Pilotunnel (PT), (profielonderzoek) en 3900 uur in de HST (hoge en lage snelheidsonderzoek). Daarna volgen vele vervolgonderzoeken en voorstudies en tenslotte de Fokker 100 en Fokker 70 (LST en HST) en Fokker 50 ontwikkeling (vooral DNW). Nadat Fokker door DASA is overgenomen komt in 1996 een einde aan een periode van 77 jaar meten aan Fokker vliegtuigen in de RSL/NLL/NLR windtunnels. Dit einde bestaat uit vergelijkingsmetingen in de HST tussen een "Duitse" en een "Nederlandse" vleugel voor een nieuw vliegtuig in de Fokker 70/Fokker 100 familie (de 'Jet Line').

De eerste windtunnelmetingen aan een raketconfiguratie vinden plaats als de HST gereed is. In 1960 worden er vier MO-3 raketten door het NLR gelanceerd en in hetzelfde jaar wordt ook een model daarvan in de HST gemeten. De interesse van het NLL gaat uit naar 'guidance and control' maar ook naar de aerodynamische eigenschappen. Daar de HST inmiddels voorzien is van spleetwanden kan ook in het gebied rond Mach 1 worden gemeten waardoor een

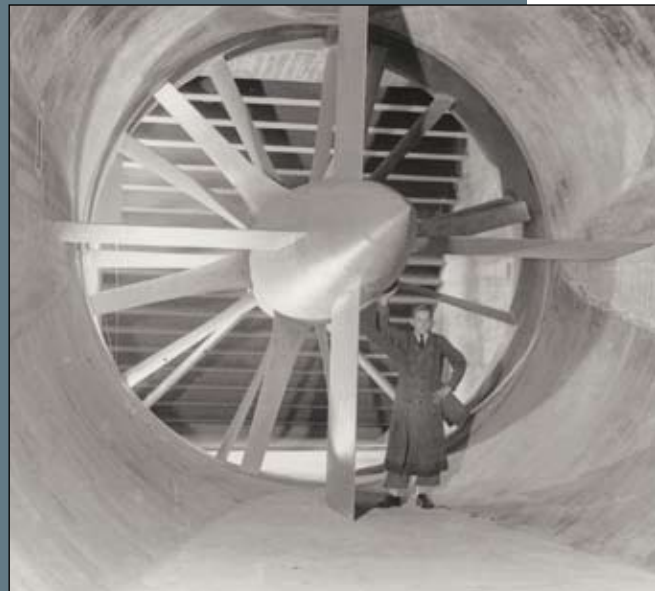


WINDTUNNELMODEL VAN DEEL VAN SCHEVENINGEN MET KURHAUS IN DE LST (1974)

WINDTUNNELS

Dertig jaar na de ingebruikneming van de beide lage-snelheidswindtunnels van het NLL wordt de behoefte aan modernere windtunnels urgent. In 1971 presenteert het NLR een ontwerp voor een nieuwe veel grotere lage-snelheidswindtunnel (meetplaats doorsnede van 8mx6m). Omdat ook in Duitsland de behoefte bestaat aan een dergelijke windtunnel, wordt op verzoek van beide regeringen onderzocht of kan worden volstaan met een windtunnel die aan beider behoeften voldoet. Dat leidt tot een positief resultaat en op 30 juni 1976 wordt de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnel/Stiftung Deutsch-Niederländischer Windkanal (DNW) opgericht. NLR en DLR zijn elk voor de helft eigenaar van deze stichting. De windtunnel (aanvankelijk DNW genoemd, later 'Large Low-speed Facility' LLF) wordt gebouwd in de NLR-vestiging in de Noordoostpolder en komt in 1980 gereed voor gebruik. De maximale doorsnede van de meetplaats is 9,5mx9,5m bij een maximale luchtsnelheid van 55 m/sec. Behalve vliegtuigmodellen kunnen ook de stromingseigenschappen van helikoptermodellen en complete auto's en vrachtwagens worden gemeten. Ook het nauwkeurig meten van het geluid opgewekt door delen van het vliegtuig (motoren, wielen, kleppen e.d.) of van andere objecten, is met deze windtunnel mogelijk.

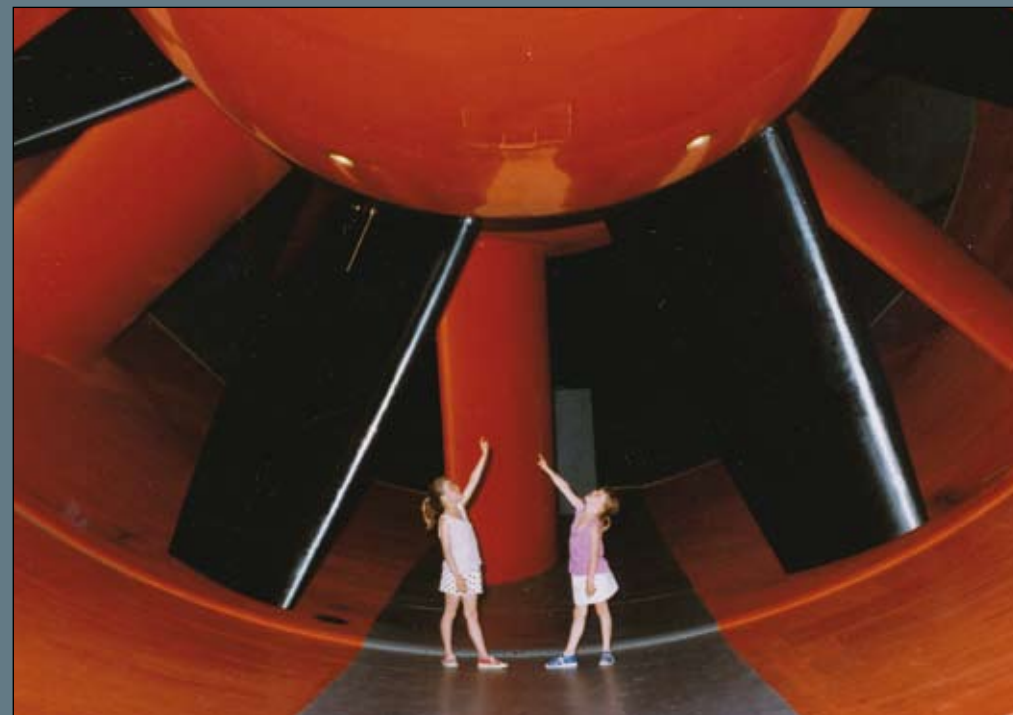
In 1984 wordt een nieuwe lage-snelheidswindtunnel gebouwd in de NLR-vestiging Noordoostpolder. Na de ingebruikneming van deze nieuwe tunnel worden de beide uit 1940 daterende lage-snelheidswindtunnels in Amsterdam overbodig. In 1992 vindt een ingrijpende wijziging plaats aan de testsectie van de Hogesnelheidstunnel (HST). Er komt o.a. een nieuw ophangstelsel voor windtunnelmodellen. Een tweede ingrijpende modificatie vindt plaats in 1996, waarbij de 40 jaar oude Centrale



SCHROEF VAN DE LST IN AMSTERDAM (1940)

die de aandrijving verzorgt voor de HST en Supersone Tunnel (SST) wordt ontmanteld. De oude eigen stoom-elektrische aandrijving wordt vervangen door een nieuwe elektrische aandrijving, waarbij gebruik wordt gemaakt van het openbare elektriciteitsnet. Met een aantal andere wijzigingen die de HST ondergaat leveren de modificaties een grote productiviteitswinst op. Bovendien is het NLR verlost van de klachten over rookoverlast van omwonenden. Nadat in 1997 de verantwoordelijkheid voor het gebruik van de NLR-windtunnels is overgegaan naar DNW wordt in 2000 het beheer en exploitatie van alle windtunnels van NLR en DLR ondergebracht in de Stichting Duits-Nederlandse Windtunnels (DNW).

SCHROEF VAN DE LLF IN DE NOORDOOSTPOLDER (1992)



WINDTUNNELMODEL
 VAN DE HERMES IN
 DE HST

 MODEL VAN DE
 HUYGENS PROBE MET
 36 VAANTJES IN DE LST

NLR-SPOREN OP TITAN

Een heel bijzonder project vormt de windtunnelmetingen aan de Huygens probe in 1992. Huygens probe maakt deel uit van een gezamenlijke NASA-ESA missie om Saturnus te verkennen. Als deel daarvan moet de Huygens probe landen op de maan Titan.

Tijdens de landing op Titan is vereist dat de probe ronddraait om camera's en andere sensoren gelegenheid te geven letterlijk rond te kijken. Deze rotatie wordt tot stand gebracht door vaantjes die aan de buitenzijde van de probe bevestigd zijn. In een windtunnelexperiment in de LST dienen de aërodynamische rotatie-eigenschappen gemeten te worden voor verschillende configuraties. Het NLR wordt behoorlijk onder druk gezet door opdrachtgever Aérospatiale, om model en metingen vóór een bepaalde datum gereed te hebben.

Tijdens de voorbereiding komt een telefoontje van de Franse projectleider Marc Baillon die vertelt dat besloten was tot een latere 'launching opportunity' waardoor (gelukkig voor het NLR) de ergste druk wegvalt. Op de vraag wat dit uitstel voor gevolgen heeft voor de landing op Titan antwoordt Marc Baillon dat Saturnus aanmerkelijk eerder zou worden bereikt omdat nu een veel gunstiger baan kan worden gekozen. Dit lijkt ons een ideaal project: later beginnen en dan toch eerder klaar zijn!

Uiteindelijk wordt Cassini-Huygens op 15 oktober 1997 gelanceerd en maakt de Huygens probe op 14 januari 2005 een succesvolle landing op Titan. En zo heeft het NLR een Nederlands spoor achtergelaten op Titan, de maan van Saturnus die ontdekt werd door Christiaan Huygens in 1655.



directe vergelijking tussen windtunnel en vlucht mogelijk wordt. En als in 1963 de SST gereed komt kan het snelheidsgebied voor de vergelijking worden uitgebreid tot Mach 4.

Dit onderzoek heeft er zeker toe bijgedragen dat het NLR na de oprichting van de European Launcher Development Organisation (ELDO) in 1962 naast taken op het gebied van 'guidance and control' ook fungeert als centraal punt voor het verzamelen van gegevens over de aërodynamische belastingen op ELDO-lanceervoertuigen. Een lange reeks van windtunnelmetingen in HST en SST aan de EUROPA I, II en III draagraketten is het gevolg.

Als in 1972 ELDO over gaat in de European Space Agency (ESA) wordt het onderzoek voortgezet met de ARIANE draagraket. Als ESA in 1985 plannen maakt voor de bemande ruimtevaart met het Hermes 're-entry vehicle', de Europese tegenhanger van de Space Shuttle, wordt deze met de ARIANE-5 als draagraket ook weer in de HST en SST getest. Daarnaast vinden voor Fokker Space uitgebreide metingen plaats aan de boosters.

Dit is een gevolg van een contract om de boosters na de eerste ARIANE-5 vlucht d.m.v. parachutes te bergen voor nader onderzoek. Een technisch hoogstandje vormen de akoestische metingen aan de neus



WINDTUNNELMODEL VAN DE EUROPARAKET IN DE SST

van raket en boosters om vast te stellen of het geluidsniveau binnen de raket acceptabel is voor de daar ondergebrachte apparatuur en nuttige lading.

Na de uiteindelijke ingebruikname van de ARIANE-5 vindt nog onderzoek plaats aan de 'Aerodynamic Re-entry Demonstrator' (ARD), het 'Automatic Transfer Vehicle' (ATV) en de X-38, alle bedoeld voor de verbinding met het 'International Space Station'. Ook vindt na de tweede (geslaagde) lancering van de ARIANE-5 in 1997 uitgebreid onderzoek plaats naar de stroming aan de basis van de ARIANE-5 om de oorzaak van daar gemeten trillingen in de vlucht op te sporen. Aan deze laatste onderwerpen, de X-38 en de Base Flow, wordt ook uitgebreid gerekend.

ONTWERP EN AANMAAK VAN WINDTUNNELMODELLEN

Een ware evolutie voltrekt zich in de afgelopen 50 jaar bij het NLR met het construeren en produceren van steeds geavanceerdere windtunnelmodellen. Sinds windtunnelmodellen nodig zijn worden die bij het NLR gemaakt. Na de houten modellen volgen in de jaren '60 de metalen modellen. Vanaf de jaren '80 zijn het vooral de hulpmiddelen die sterk verbeterd zijn. Die maken het mogelijk om de ontwikkelingstijden van windtunnelmodellen te halveren. Bijvoorbeeld van 8 tot 10 maanden naar 4 tot 5 maanden voor een HST of LST model en met minder mensen.


 WINDTUNNELMODEL
 VAN DE FOKKER 100

MODEL MOTOREN EN VERMINDERING VAN STRAALMOTORGELUID

Bij windtunnelproeven aan vliegtuigmodellen is het ook belangrijk om te weten welke bijdrage de motoren hebben aan de optredende krachten en dus aan het meetresultaat. Bij propellervliegtuigen worden ingebouwde motoren gebruikt, die de propeller aandrijven. Voor de Tweede Wereldoorlog vinden dergelijke proeven al plaats in de Eiffel windtunnel (Fokker F.18) en in de LST (Fokker F.24). Bij straalmotoren gaat dit anders. Hierbij worden door luchtdruk aangedreven turbofan-modelmotoren ofwel Turbine Powered Simulators (TPS) toegepast, die de stuwkracht van

GOUDEN HANDJES MAKEN PRECISIWERK

De Technische Dienst, met de timmerwerkplaats, de bankwerkerij, de smederij en de instrumentmakerij, kent een brede klantenkring binnen het laboratorium. Een greep uit de producten in de naoorlogse periode zijn: camera's, automatische waarnemer, gesleepte statische buis, druppelvanger en ijsaangroeimeter. En daarnaast natuurlijk de windtunnelmodellen. Windtunnelmodellen met modelmotoren doen hun intrede. Kleppensystemen aan vleugels maken de modellen lastiger te produceren.

De stap van houten naar metalen windtunnelmodellen en rekstrookbalansen vergt nieuwe apparatuur en hooggeschoold personeel. Nieuwe geavanceerde machines worden aangeschaft voor het fabriceren van metalen windtunnelmodellen, gevolgd door driedimensionale freesmachines. Met deze machines wordt tegemoet gekomen aan de steeds hogere nauwkeurigheidseisen die aan windtunnelmodellen worden gesteld. Waar tot de jaren '80 een model op het tekenbord in twee dimensies werd ontworpen gebeurt dat nu met het krachtige Computer Aided Design programma Catia in drie dimensies op het beeldscherm. Voor de aanmaak is in 1996 een belangrijke overstap gemaakt van drie-assig naar vijf-assig frezen door de aanschaf van een kleinere vijf-assige, numeriek bestuurd freesmachine. Deze ontwikkeling heeft een vervolg gekregen met de aanschaf in 2003 van een tweede, kleinere vijf-assige freesmachine en in 2008 van een grote vijf-assige freesmachine met een slag van 3000x1700x800 mm. Dit is opnieuw een belangrijke stap in de modernisering van de werkplaatsfaciliteiten. Daardoor kunnen steeds sneller en met meer nauwkeurigheid zeer complexe testartikelen en apparatuur ontworpen en geproduceerd worden. Dat deze mogelijkheden opgevalen zijn in het buitenland blijkt uit het feit dat diverse buitenlandse vliegtuigfabrikanten windtunnelmodellen hebben laten bouwen bij het NLR.



NAGALMTUNNEL

De nagalmtunnel, die in 1975 in gebruik is gesteld, is speciaal gebouwd voor het onderzoek van geluidsabsorberende bekleding voor in- en uitlaten van straalmotoren.

De ijkinstallatie van de turbofan-modelmotoren betreft de lucht van een installatie bij de Duits-Nederlandse Windtunnel op 650 m afstand. In de Kleine Anechoïsche Tunnel zijn de wanden, de vloer en het plafond van de meetruimte bekleed met circa 15.000 geluidsabsorberende wiggen van polyether, zodat het geluid dat geproduceerd wordt door het model niet door de wanden wordt gereflecteerd. De meetruimte is daarvoor anechoïsch voor geluidsfrequenties boven circa 400Hz.



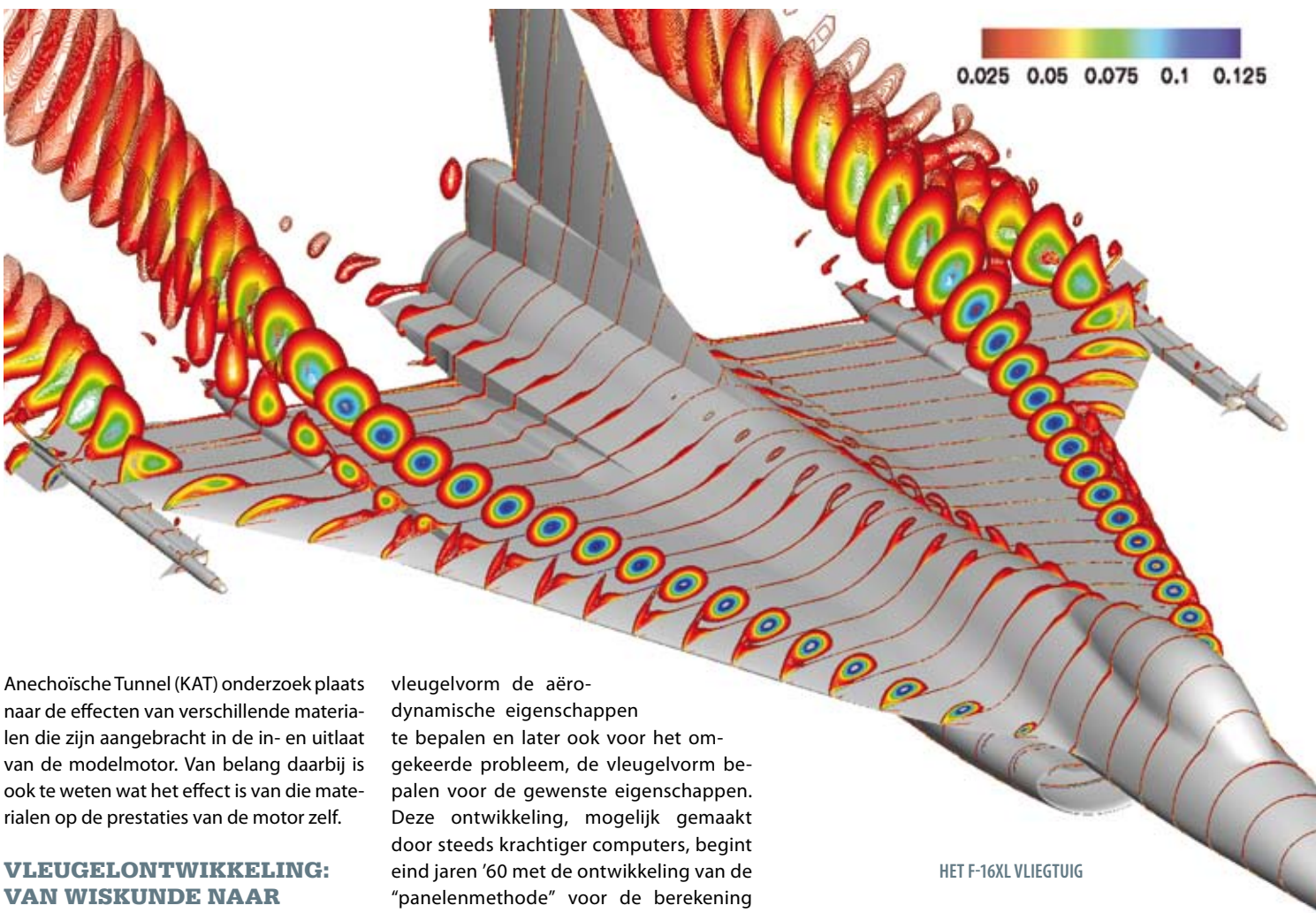
DE KLEINE ANECHOÏSE TUNNEL (KAT)

de echte motor simuleren bij de inlaat- en uitlaatdrukken die heersen bij de windtunnelproeven. Deze turbofan-motoren, moeten worden geijkt bij verschillende toerentallen, tot een maximum van soms 60.000 toeren per minuut. Dit ijken vindt plaats in het laboratorium voor voortstuwingsaërodynamica en aëro-akoestiek in de Noordoostpolder. Voortdurend zorgt het NLR er voor dat de daarvoor benodigde faciliteiten de ontwikkelingen op het gebied van windtunnelmetingen volgen. Het geluid van de straalmotor moet zo gering mogelijk zijn. Daarom vindt in de Kleine

SUPERKRITIEKE VLEUGELS

Bij vliegsnelheden in de buurt van de geluidssnelheid wordt de stroming lokaal superson en de ervaring leert dat een dergelijk supersoon gebied boven de vleugel in de regel afgesloten wordt door een schokgolf (vergelijkbaar met de 'supersonic boom' als de "geluidsbarrière" wordt doorbroken).

Fokker leert zijn eerste "transsone les" bij de ontwikkeling van de S.14 Machtrainer. Aangezien het NLL dan nog niet de mogelijkheden heeft bij snelheden in de buurt van de geluidssnelheid (transsone condities) te meten worden die metingen uitgevoerd in Frankrijk (St. Cyr). Het NLL zelf



Anechoïsche Tunnel (KAT) onderzoek plaats naar de effecten van verschillende materialen die zijn aangebracht in de in- en uitlaat van de modelmotor. Van belang daarbij is ook te weten wat het effect is van die materialen op de prestaties van de motor zelf.

VLEUGELONTWIKKELING: VAN WISKUNDE NAAR TOEPASSING

Begin jaren '70 wordt in opdracht van het NIVR het "Super Kritieke Vleugel" (SKV) programma gestart. Dit leidt in 1975 tot een windtunnelproef in de HST met SKV-1, het eerste superkritieke vleugelprofiel. Vervolgstudies leveren verbeterde profielen op die in de HST worden getest.

In die periode maakt de ontwikkeling van rekenmethoden een enorme ontwikkeling door. Eerst om voor een gegeven

vleugelvorm de aërodynamische eigenschappen te bepalen en later ook voor het omgekeerde probleem, de vleugelvorm bepalen voor de gewenste eigenschappen. Deze ontwikkeling, mogelijk gemaakt door steeds krachtiger computers, begint eind jaren '60 met de ontwikkeling van de "panelenmethode" voor de berekening van de wrijvingsloze stroming zonder schokken om vleugels. Dit leidt midden jaren '80 tot het berekenen van de stroming met wrijving en schokgolven rond complete vliegtuigconfiguraties door het numeriek oplossen van de zgn. Navier-Stokes vergelijkingen. Deze methoden worden veelal door het NLR zelf ontwikkeld of door ruil met andere programma's uit het buitenland verkregen. Ze worden vervolgens aan Fokker ter beschikking gesteld waardoor de aërodynamische

HET F-16XL VLIEGTUIG

ontwerpen aanzienlijk doeltreffender worden. Hierdoor verschuift ook de aard van het windtunnelonderzoek. Voorheen werd eerst door vergelijkingsmetingen de beste configuratie geselecteerd uit een serie windtunnelmetingen. Nu krijgt het windtunnelonderzoek steeds meer het karakter van verificatie van een berekende vleugelvorm, waarbij het volgende model op basis van de resultaten van het voorgaande en aanvullende berekeningen wordt aangepast.

Na het stoppen van het MDF-100 project in 1985 richt Fokker zich op verbetering van de F.27 en de F.28. De in de voorgaande projecten opgedane kennis kan nu worden ingezet om een aërodynamisch gezien wellicht nog lastiger probleem aan te pakken. Hoe kan de aërodynamische efficiëntie zo veel mogelijk worden verbeterd met zo beperkt mogelijke wijzigingen aan de basisconstructie van de vleugel. Deze ontwerpopgave leidt tot een aanpassing van de F.28 vleugel zoals toegepast in het Fokker 100 ontwerp. Dit resulteert in een hogere lift en



COPYRIGHT - NASA DRYDEN FLIGHT RESEARCH CENTER (NASA-DRFC)

Uit vluchtmetingen aan de F-16 XL in de Verenigde Staten zijn door NASA Langley resultaten beschikbaar gesteld van aërodynamische meetgegevens van de stroming rond de speciale deltavleugel.

Bij het NLR vinden computersimulaties plaats van die stroming door middel van 'Computational Fluid Dynamics' (CFD). De resultaten van die berekeningen zijn vergeleken met die gemeten aan het vliegtuig en beide komen zeer goed overeen. Het plaatje toont de zgn. Iso-contouren van het totale drukverlies boven de vleugel van het F-16XL vliegtuig, gesimuleerd met behulp van CFD (het NLR-programma ENSOLV). De Iso-contouren geven de posities van de wervels weer.

DIKKE VLEUGELWORTEL BLIJKT NIET SCHADELIJK VOOR AERODYNAMISCHE EIGENSCHAPPEN

In 1975 wordt door ir. Slooff een lezing gehouden bij het Von Kármán Institute for Fluid Dynamics nabij Brussel. Daarin vestigt hij o.a. de aandacht op het feit dat uit "inverse" ontwerp-berekeningen was gebleken dat pijlvleugels met een zeer dikke vleugelwortel kunnen worden uitgerust zonder dat dit schadelijk is voor de aërodynamische eigenschappen. Hij constateert dat voor een gegeven vleugelplanvorm een hele klasse van driedimensionale vormen bestaat die allemaal (bijna) dezelfde drukverdeling opleveren. Hij wijst er tevens op dat dit extra mogelijkheden voor de ontwerper biedt.

Enige tijd later wordt door Haines in een artikel in Aircraft Engineering gewezen op het door Slooff gerapporteerde verschijnsel. Mr Haines is dan Chief-Executive en Chief-Aerodynamicist van de Aircraft Research Association (ARA), het windtunnelcentrum van de Britse vliegtuigindustrie. Hij wordt beschouwd als één van de belangrijkste experts en adviseurs op aërodynamisch gebied. Als zodanig is hij nauw betrokken bij het aërodynamisch ontwerp van de vleugel van de Airbus A300 en de A310. De A300 heeft een profiel aan de vleugelwortel met een dikte van 10,5%. Een paar jaar later blijkt dat het wortelprofiel van de A310 15,2% dik is geworden...

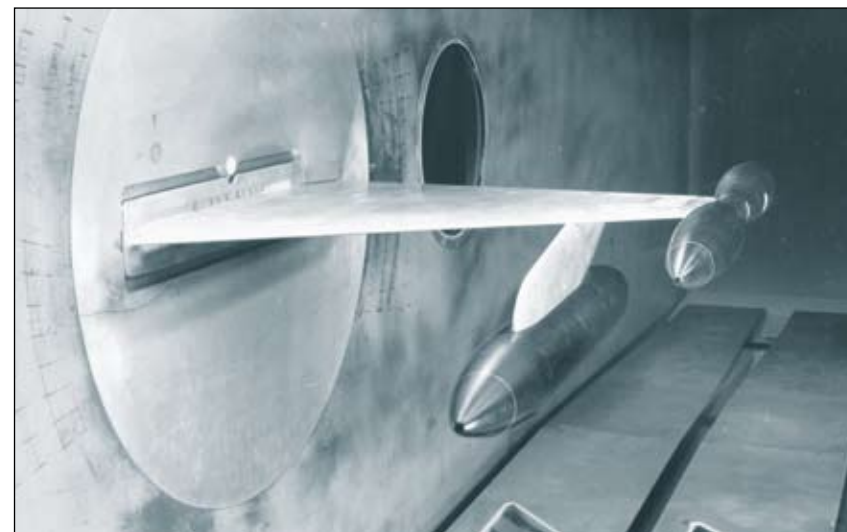
een verbeterde lift/weerstand verhouding, o.a. door de vleugelneusvorm aan te passen, de knik in de vleugelvoorrand recht te trekken en de spanwijdte te vergroten.

FLUTTER

Sinds 1968 is het NLR betrokken bij het certificeren van jachtvliegtuigen met aan de vleugel bevestigde lading zoals tanks of bommen, 'stores' genaamd. Een belangrijk aspect daarvan is of door de gewijzigde vorm en massa van de vleugel, het trillingsgedrag nog aanvaardbaar is. En ook of het afwerpen van 'stores' zonder gevaar voor het vliegtuig en de vlieger mogelijk is. Het eerste onderzoek in 1968 richt zich vooral op de praktijk. Het vliegtuig wordt voorzien van instrumentatie waarna met een uitgekiend testprogramma de grenzen aan de veiligheid worden vastgesteld. Maar er is een duidelijke behoefte deze metingen te ondersteunen door berekeningen. Daartoe worden in 1971 voor verschillende store configuraties van het NF-5 vliegtuig berekeningen gemaakt. Dit wordt gedaan met de NLR-panelenmethode, waarmee de complete stroming om de vleugel, met stores aan het vliegtuig, kan worden berekend. Om de methode te valideren worden de berekende resultaten vergeleken met windtunnelmetingen voor verschillende geschaalde vleugel/store configuraties.

Deze metingen krijgen in 1976 een vervolg met dynamische metingen in de HST. Deze zijn zo succesvol dat in 1977 dit type onderzoek wordt voortgezet in opdracht van de Amerikaanse en Canadese luchtmacht.

HALFMODEL VAN DE NF-5 VLEUGEL IN DE HST



**UIT DE AFSCHIEDSREDE
"SPELEN MET LUCHT EN WATER"
VAN PROF.IR. J.W. SLOOFF ALS
BUITENGEWOON HOOGLERAAR
BIJ DE TU-DELFT IN 2002**

Tijdens mijn beginjaren bij het NLR, in de tweede helft van de jaren '60, was ik vooral werkzaam op het gebied van de toegepaste, experimentele vliegtuigaërodynamica. Daarbij raakte ik ook zijdelings betrokken bij de aërodynamische ontwikkeling van de Fokker F.28. Numerieke aërodynamische rekenmethoden bestonden nog niet in die tijd. het proces van de aërodynamische ontwikkeling van de Fokker F.28 was dan ook nagenoeg geheel experimenteel, empirisch van aard, met de windtunnel



PROF.IR. J.W. SLOOFF

als belangrijkste instrument. Als gevolg van het transsone karakter van de vleugelstroming van de F.28 kon van de beschikbare, klassieke theoretische hulpmiddelen voor subsone stromingen, als "dragende lijn" en "dragende vlak" methoden, slechts op zeer beperkte schaal gebruik worden gemaakt.

Ik denk dat het mijn toenmalige mentor bij het NLR, ir. W. Loeve, is geweest die inzag dat er voor het vleugelontwerp van moderne

verkeersvliegtuigen niet alleen behoefte was aan theoretische methoden met behulp waarvan details van de vleugelstroming, zoals drukverdelingen, kunnen worden berekend. Maar dat daar ook mogelijkheden voor aan het ontstaan waren. Het laatste zowel in de zin van (nog zeer primitieve) elektronische rekenmachines als in de zin van nieuwe, op numeriek-wiskundige technieken gebaseerde aërodynamische rekenmethoden.

Bij de ontwikkeling en toepassing van zulke rekenmethoden raakte ik weldra betrokken. Dankzij de spectaculaire ontwikkelingen op het gebied van de computertechnologie en de informatica raakten zowel de ontwikkeling als de toepassing van numerieke aërodynamische rekenmethoden in de jaren '70 en '80 in een stroomversnelling die tot op de dag van vandaag voortduurt.

Het waren evenwel niet alleen de computertechnologie en de informatica, de "aanbod" zijde, die de stroomversnelling versnelling veroorzaakten. Aan de "vraag" zijde was het de ontwikkeling en toepassing van het concept van de zogenaamde "superkritieke" vleugel die een sterke stimulans vormde. "Superkritieke" vleugels maken door hun profielvormen, die de vorming van sterke schokgolven voorkómen, een hogere vliegsnelheid en/of draagkracht en een lagere weerstand mogelijk en daarmee betere economische prestaties. Voor een concurrerend verkeersvliegtuigontwerp is dat onontbeerlijk. Het ontwerp van een superkritieke vleugel is echter niet eenvoudig: de (speciale) profielvormen en hun stand in de vleugel kunnen niet zonder de hulp van krachtige aërodynamische rekenmethoden goed worden bepaald. Reden voor Fokker en het NLR om aan de ontwikkeling van die rekenmethoden hoge prioriteit te verlenen. Het resultaat van die toepassing daarvan vliegt nog tastbaar rond in de vorm van de Fokker 100 en de Fokker 70.

Dit onderzoek, waarbij zowel de theorie als de meetmethoden verder worden ontwikkeld, vormt het begin van een langdurige en vruchtbare samenwerking tussen General Dynamics, de fabrikant van de F-16, het USAF Flight Dynamics Laboratory en het NLR.

Bij specifieke manoeuvres van de F-16 blijken er heftige trillingen op te treden die worden aangeduid als 'Limit Cycle Oscillation' (LCO). Het begrip hiervan en de theoretische mogelijkheden om het verschijnsel te voorspellen en eventueel te voorkomen ontbreken. Een intensief onderzoeksprogramma met de Amerikaanse partners en gesteund door het NIVR, leidt tot een beter begrip en een rekenmethode om LCO te voorspellen.

De stroming rond gevechtvliegtuigen zoals de F-16 wordt, anders dan bij transportvliegtuigen, gekenmerkt door het optreden van wervels langs de scherpe voorranden van de vaak sterk gepijlde vleugel. Dit type stroming laat zich niet voorspellen met de veel gebruikte panelenmethode. Voortgebouwd op een uit AGARD voorkomende samenwerking tussen DLR, FFA en AFWAL

(Wright Patterson Air Force Base in de Verenigde Staten) wordt een onderzoeksprogramma gestart aan deltavleugels. Het betreft de ontwikkeling van zgn. 'Euler' (voor stromingen met schokken en wervels maar zonder wrijving/grenslaag) rekenmethoden en later 'Navier-Stokes' (voor dit soort stromingen maar met wrijving/grenslaag) methoden waarmee deze wervels wel kunnen worden berekend.

Op grond van deze berekeningen kunnen belastingen worden geschat op het vliegtuig die van cruciaal belang zijn voor de levensduurbewaking van deze vliegtuigen.

In 1978 vindt een flutteronderzoek plaats in nauwe samenwerking met Fokker (als deel van het SKV programma) aan een halfmodel van een superkritieke vleugel (SKV-5). Het doel is het onbekende flutter gedrag bij transsone condities (de zogenaamde 'transonic dip') theoretisch te voorspellen en te meten.

Ook bij het ontwerp van bouwkundige constructies wordt het NLR betrokken om instabiele trillingen te voorkomen (voorbeeld de Erasmusbrug in Rotterdam).

**KENNIS IS WEER
INGEZET BIJ DE
ONTWIKKELING VAN
DE 'JOINT STRIKE
FIGHTER'.**

'DUAL USE'

'Dual use' is een niet weg te denken gevolg van wetenschappelijk onderzoek. Een goede organisatie kan de effectiviteit belangrijk verbeteren. Als geen ander heeft Dr. Theodore von Kármán dat ingezien: "One day in April 1949, I read in the papers of the birth of NATO as a defence alliance. Here was a group of nations bound together by the needs of defence. For my purpose it looked ideal. Why not use NATO as a 'pilot plant' to test out the feasibility of international scientific collaboration. With such an effort, it seemed to me, the international character of science could grow." [14]

Von Kármán is de man achter AGARD, de 'Advisory Group for Aerospace Research & Development' die in 1952 wordt opgericht met precies dit doel. Op de eerste 'General Assembly' in Parijs zijn namens Nederland prof. H.J. van der Maas (voorzitter NLL bestuur) en ir. C. Koning (algemeen directeur) aanwezig. Koning treedt toe tot het uit vijf man bestaande 'Executive Committee'. AGARD is voor het NLR van onschatbare waarde. Binnen AGARD ontstaat spoedig een sfeer waarin leger, industrie, reseach laboratoria en de universitaire wereld informatie uitwisselen, goed documenteren over de

'state-of-the-art' en elkaar stimuleren nieuwe wegen in te slaan. Wie de 'Conference Proceedings' van de AGARDographs doorbladert kan slechts constateren dat AGARD in staat is geweest 'dual use' op uiterst efficiënte wijze in de praktijk te brengen. Het NLR heeft, relatief gezien, een zeer grote inbreng gehad. Zonder AGARD zou het NLR er vandaag anders hebben uitgezien.



PROF. VON KÁRMÁN



**WERKEN VOOR DE
KRIJGSMACHT:
EEN DUBBELE LADING**

De ontwikkeling van de rakettechniek in de jaren '50 in nauwe samenwerking met de Commissie van Proefneming van de Koninklijke Landmacht, leidt in de jaren '60 tot de NLR deelname in de 'European Launcher Development Organisation' (ELDO). Deze ontwikkeling wordt voortgezet tot metingen aan de zo succesvolle ARIANE-5 draagraket. Het is een voorbeeld van 'dual use': technologieontwikkeling en het gebruik daarvan voor zowel militaire als civiele doeleinden. Windtunnels op zich hebben al een 'dual use'. Om de tunnels en de meettechniek verder te kunnen ontwikkelen is het essentieel dat in de tunnels gewerkt wordt aan de rand van wat mogelijk is, hetzij gedreven door de civiele markt, hetzij door militaire eisen, maar liefst door beide.

Dit voorbeeld is er één uit velen. De ontwikkeling van de aëro-akoestiek, vooral wat betreft de meetmethoden, heeft veel ontleend aan helikopteronderzoek van de US-Army in de DNW. Dezelfde akoestische meetmethoden worden ingezet bij Airbus ter beperking van het zogenaamde 'airframe noise'. De kennis van het maken van koolstofbladen voor modelpropellers maakt het mogelijk dat in de DNW de NH90 wordt getest met door het NLR ontworpen en gemaakte (dynamisch geschaalde) rotorbladen, een technisch hoogstandje. De kennis op het gebied van de toepassing van druklucht voor motorsimulatie bij civiele vliegtuigen is weer ingezet bij de ontwikkeling van de 'Joint Strike Fighter' (JSF) in de DNW. Al deze voorbeelden laten zien dat 'dual use' eerder regel dan uitzondering is en dat zowel Defensie als de Nederlandse luchtvaartindustrie daarvan profiteren.

**UIT EEN PUBLICATIE VAN
IR BERGH (1968):**

...Het berekenen met tafelrekenmachines van de luchtkrachten op de T-staart van de F.28 "Fellowship" vergt voor een combinatie van vliegsnelheid en trillingsfrequentie een hoeveelheid rekenwerk, die ruw geschat 2000 rekenmeisjes één jaar lang aan het werk zou houden. En dit zou enkele tientallen malen herhaald moeten worden om voldoende gegevens voor de flutterberekeningen te verkrijgen. Gelukkig doet een machine als de TR-4 één geval in ongeveer twee uur...

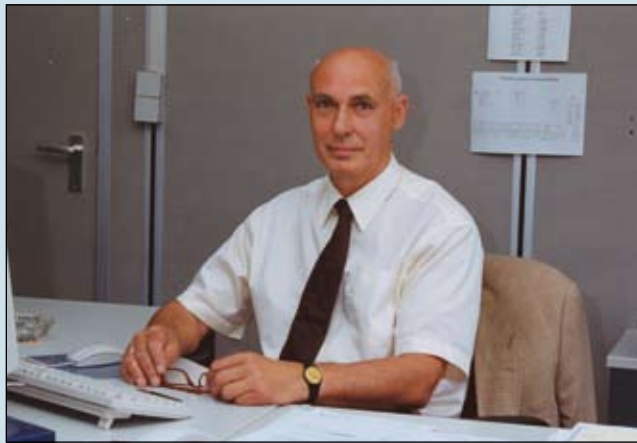
Wiskunde en Dataverwerking. De afdeling Elektronica WD beheert het Elektronisch Lab en de computers met hun infrastructuur. De ontwikkelingen op het gebied van computers, programmatuur en de datacommunicatiemogelijkheden nemen in de daaropvolgende jaren een enorme vlucht. De complexer wordende onderzoeken doen de vraag door de hoofdafdelingen naar het gebruik van de computer en naar het ontwerpen van informatiesystemen sterk toenemen. Om het gevraagde scala van technisch-wetenschappelijk informatiesystemen efficiënt aan te bieden aan de hoofdafdelingen wordt omstreeks 1980 de hoofdafdeling Informatica opgericht. Een mijlpaal in de uitbreiding van de rekenfaciliteiten is in 1988 de ingebruikstelling

IN GEBRUIKNEMING
NEC SX-2
SUPERCOMPUTER

INFORMATICA BIJ HET NLR

Het vakgebied informatica heeft zijn basis in de Wetenschappelijke Diensten van het NLR. In 1980 werd met vormen van de hoofdafdeling Informatica erkend dat de realisering van informatieverwerkende systemen ten behoeve van de ontwikkeling en het gebruik van lucht- en ruimtevaartuigen één van de kerntaken van het NLR is. De disciplines in de hoofdafdeling zijn wiskundig modelleren, programmatuurontwikkeling, elektronica en de computerinfrastructuur. Bij de ontwikkeling van de informatiesystemen wordt intensief samengewerkt met de disciplines in de andere hoofdafdelingen. Hiermee wordt veilig gesteld dat de kennis van de toepassing integraal onderdeel is van informatiesystemen voor toepassing in lucht- en ruimtevaart.

De medewerkers van de hoofdafdeling Informatica werden vertrouwd gemaakt met in het toepassingsgebied internationaal gangbare procedures en voorschriften. Dit resulteerde in 1993 in het voor NLR oudste KEMA kwaliteitscertificaat ISO 9001/AQAP 110. Het hanteren van een gecertificeerd kwaliteitssysteem was nodig voor samenwerking met nationale en internationale industrieën. In toenemende mate werd het op basis van het kwaliteitssysteem ook mogelijk de kennis van het NLR te integreren in informatie systemen voor klanten. In de jaren '80 had het NLR een voor Nederland toonaangevende computerinfrastructuur. Het werd ook de krachtigste door er in 1988 de NEC SX-2 supercomputer in te integreren. Het belang van een dergelijke faciliteit zijn de mogelijk-



heden die het biedt voor verdere ontwikkeling van CFD en andere rekenintensieve toepassingen. In de jaren '80 en '90 werd mede in opdracht enthousiast gewerkt aan bouwstenen voor informatiesystemen en aan middleware voor het creëren van werkomgevingen waarin de technische details van heterogene computernetwerken als het ware worden verborgen voor de eindgebruiker. Dit werk culmineerde in de participatie in het door Airbus geleide ENHANCE-project. Na de reorganisatie in 2004 werd het door betrokkenen als een uitdaging ervaren om het vakgebied informatica bij het NLR op het tot dan toe vereiste peil te houden.

Ir. F.J. (Folkert) Heerema

CABINE FOKKER
F.28 MET Vlieg-
PROEFAPPARATUUR EN
INSTRUMENTEN

PROEVEN OP EEN
NATTE BAAN MET
DE CESSNA CITATION



van de supercomputer NEC SX-2 door mevrouw drs. N. Smit-Kroes, minister van Verkeer en Waterstaat. Met deze supercomputer beschikt het NLR over een krachtig gereedschap om te kunnen inspelen op de technologische ontwikkelingen. Al snel wordt de NEC SX-2 opgevolgd door steeds krachtiger computers, waardoor aan de behoefte aan nog kortere rekentijden wordt voldaan. De hoofdafdeling Informatica is betrokken bij de ontwikkeling van een groot aantal informatiesystemen op het gebied van de luchtvaart en ruimtevaart. Deze producten vinden hun weg over de gehele wereld. Met de reorganisatie van het NLR in 2004 worden de disciplines binnen de hoofdafdeling Informatica verdeeld over de divisies. De ICT-afdeling wordt onderdeel van de Ondersteunende Diensten.

**Vliegproeven voor
certificatie van
verkeersvliegtuigen.**

Het patroon van de samenwerking tussen NLR, Fokker en RLD is vrijwel constant gedurende de jaren dat het NLR wordt ingeschakeld bij vliegproeven met de F.28, Fokker 50, Fokker 100 en Fokker 70. Fokker neemt kennis van mogelijke nieuwe vliegproef- en meettechnieken die door het NLR in de voorafgaande tijd ontwikkeld zijn. En overlegt dan met de RLD (als certificerende instantie) hoe de evaluatie- en certificatiemetingen van het betreffende type uitgevoerd kunnen



DE MEISJES VAN
HET REKENBUREAU
MAKEN GEBRUIK
VAN DE
“REKENLINEAAL”.

en moeten worden. Eindverantwoordelijk voor de keuze van het meetprogramma en de -techniek is altijd Fokker. Dit komt omdat ook Fokker zelf de gegevens moet overleggen op grond waarvan het Bewijs van Luchtwaardigheid kan worden toegekend. Installatie, onderhoud en bediening van de meet-systemen tijdens de vliegproeven vindt plaats door NLR specialisten. Daartoe detacheert het NLR in de periode rond de vliegbeproeving vaak een om-

vangrijk team bij Fokker dat ook deelneemt aan meetcampagnes in verre streken zoals in Spanje (start-, landing- en geluidmetingen), Peru (metingen op grote hoogte en bij hoge temperatuur), IJsland (metingen op gravelbanen) etc. De tijdens de proefvluchten geregistreerde gegevens worden door het NLR ontdaan van meet- en instrumentfouten met behulp van de ijkgegevens. In voorkomende gevallen worden ze bewerkt tot kengetallen door combinatie van grootheden in vastgelegde formules. De eindbewerking en presentatie aan de certificerende autoriteiten is echter het exclusieve terrein van

Fokker. Dat verhindert natuurlijk niet een nauwe samenwerking en een constante stroom van kennisoverdracht met betrekking tot de vliegproeven en metingen over en weer tussen Fokker en het NLR.

De ontwikkelingen van de instrumentatie houden gelijke tred met de ontwikkelingen van de technologie in algemene zin. Niet zelden worden toepassingen gerealiseerd die zich in de frontlinie van deze technologische ontwikkeling bevinden. Aan de apparatuur-(hardware)kant begint het met de optimalisering van de Automatische Waarnemer (het fotograferen/filmen van wijzerinstrumenten). Later wordt de wijzeraanduiding vervangen door een elektrische output die vervolgens weer wordt gedigitaliseerd. Van het fotograferen van 20 instrumenten 1x per seconde zijn we nu aanbeld bij duizenden parameters die elk 1x tot 1000x of meer keer per seconde worden vastgelegd. En de registratie op papier en film wordt, na gebruik van diverse typen magneetband, vindt nu plaats door het vastleggen in 'solid state' geheugens zoals in computers en camera's. Aan de verwerkings-(software)kant begint



men met het aflezen (o.m. door werkstudenten) van de gefilmde instrumenten. Vervolgens bewerken de meisjes van het Rekenbureau de tabellen met gegevens

(toepassing ijkcorrecties en herleiding volgens vaste formules, gebruik makend van de "rekenlineaal"). Na de intrede van de computer rond 1965 gaat men al snel over tot het (elektronisch) omzetten van de gegevens uit het vliegtuig op ponsband. Later wordt daarvoor de computer compatibele magneetband gebruikt en vinden de bewerkingen plaats met de computer, uiteraard steeds sneller en in omvangrijker vorm.

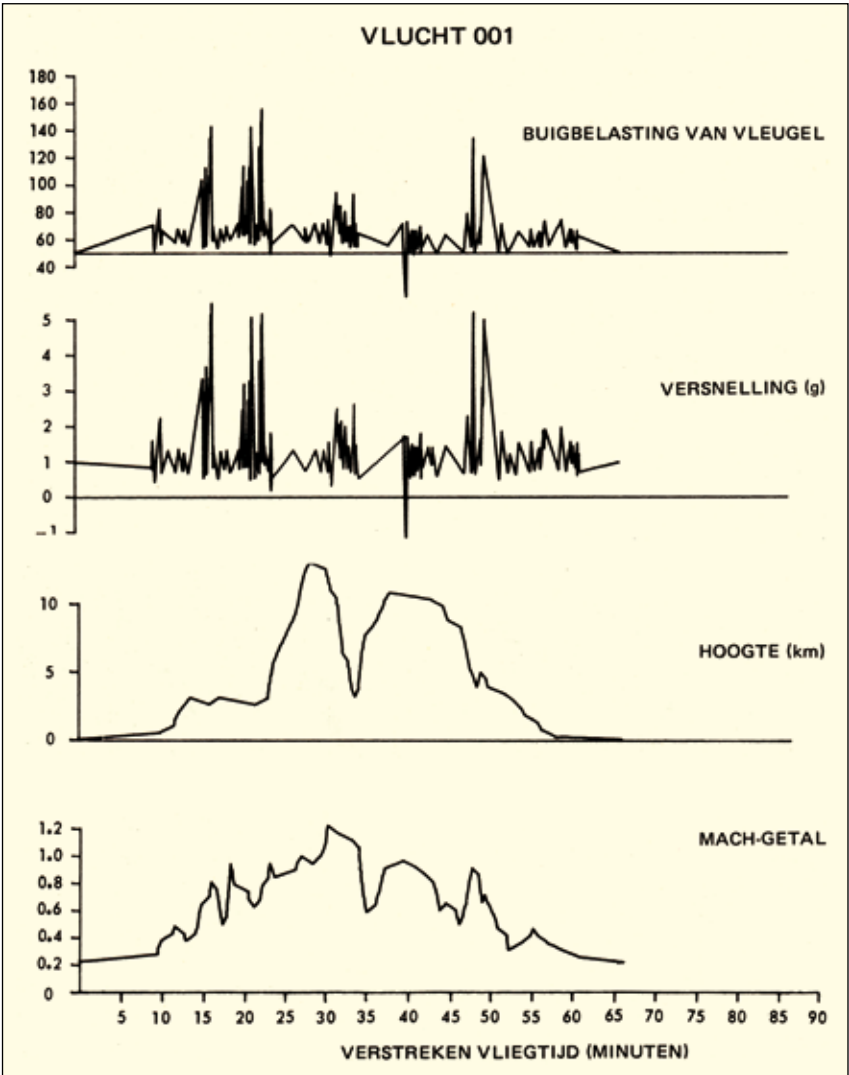
Tegenwoordig bevinden de computers zich ook aan boord van het vliegtuig. Een deel van de bewerking vindt "real time" plaats aan boord en de resultaten worden via radioverbinding (telemetrie) naar de grond verzonden. De ontwikkeling en toegenomen nauwkeurigheid van de instrumentatie en verwerkingstechnieken maken ook een wijziging in het meten mogelijk, bijvoorbeeld meten in dynamische in plaats van statische manoeuvres. Bovendien veranderen de eisen waaraan voldaan moet worden voor het verkrijgen van het Bewijs van Luchtwaardigheid. Dit is mede een gevolg van de evolutie van de vliegtuigtechnologie en van de ingebouwde systemen.

**CONSTRUCTIES EN
MATERIALEN**

Bij de constructieve vormgeving van een vliegtuig spelen de betrouwbaarheid en het gewicht een belangrijke rol. Vliegtuigen zijn onderhevig aan wisselende belastingen en het NLR wordt ingeschakeld om na te gaan of vliegtuigconstructies bestand zijn tegen deze belastingen. Daartoe wordt in de loop der jaren beproevingsapparatuur aangeschaft, niet alleen voor kleine proefstukken maar ook voor ware-grootte constructies.

BEPROEVING
STABLO FOKKER 100

VOORBEELD VAN
DE BELASTING-
GESCHIEDENIS VAN EEN
AANTAL PARAMETERS
OPGENOMEN TIJDENS
DE VLUCHT



KUNSTSTOFFEN/
COMPOSITENLABORATORIUM

Het nieuwe composietenlaboratorium van het NLR wordt in 2002 geopend door de burgemeester van de Noordoostpolder. Composieten zijn samengesteld uit vezels en een kunststof. De vezels zorgen voor de sterkte, terwijl de kunststof maakt dat de vezels op hun plaats blijven. Vezels zijn bijzonder sterk en er zijn verschillende soorten, zoals koolstofvezels. Aanvankelijk worden composieten alleen nog gebruikt voor lichtbelaste onderdelen van het vliegtuig. Later wordt het mogelijk om de vezelrichting in de constructie aan te brengen in de richting van de grootste belastingen. Op deze manier kunnen ook zwaar belaste structuurdelen als van een landingsgestel worden gemaakt. Composieten worden toegepast omdat ze een lager constructiegewicht en een grotere duurzaamheid hebben. Ze zijn veel minder gevoelig voor vermoeiing en corrosie dan aluminiumlegeringen. Het werk bij het composietenlaboratorium kan worden ingedeeld in: materiaalonderzoek, sterkteonderzoek en constructieonderzoek. Het kunststoffenlaboratorium, later composietenlaboratorium genoemd, beschikt over de modernste faciliteiten. Een voorbeeld is de Fibre placement machine. Hiermee kunnen thermoharder- of thermoplastproducten worden gemaakt tot een diameter van 1 meter en lengte tot 6 meter.

In het laboratorium is een aparte ruimte ingericht voor het maken van producten via de methode Resin Transfer Moulding (RTM). Hierbij wordt onder hoge druk hars geperst in een mal, waarin de droge vezels tevoren zijn aangebracht. In eigen ontwikkeling is een volledig geautomatiseerde RTM-machine gebouwd. Hiermee is het mogelijk om elke fase van het productieproces te reproduceren. Dit is weer noodzakelijk om de kwaliteit van het gemaakte product te waarborgen.



FIBRE PLACEMENT MACHINE



Na de vermoeiingsproeven aan de F.27 en metingen daarmee in de vlucht met rekstrookjes vindt in de jaren '60 sterkteonderzoek plaats aan twee vleugels van de F.28 in de sterktehal in de Noordoostpolder. Eén vleugel voor de statische proef en één voor de vermoeiingsproef.

Bij de statische proeven wordt de belasting opgevoerd totdat de vleugel breekt. Het blijkt dat dit gebeurt binnen de voorgeschreven sterktemarges. Voor de beproeving van die vleugel is daarop een groot aantal rekstrookjes aangebracht. Deze opnemers zijn gekoppeld aan automatische registratieapparatuur. Voor de vermoeiingsproef zijn de na te bootsen belastingen in categorieën vastgelegd van vluchten met verschillende zwaarten van remous. In 1987 beproeft het NLR de ware-grootte staartvlakken van de Fokker 100 in de Noordoostpolder. Statische belastingsproeven worden uitgevoerd op het stabilo en een vermoeiingsproef op het stabilo met een deel van het kielvlak. De behoefte ontstaat om de te beproeven constructies en materialen aan geprogrammeerde belastingen te onderwerpen zodat sprake is van een realistische "vluchtsimulatie". Daarvoor is het nodig de in werkelijkheid (tijdens de vlucht) ondervonden belastingen te kennen. Het NLR verzamelt daartoe belastinggegevens van de Boeing 747 en het NF-5 jachtvliegtuig door deze gegevens aan boord van die vliegtuigen te registreren. Met de uitkomsten hiervan worden standaardspectra ontwikkeld voor vluchtsimulatiebeproeving. Er zijn standaard belastingspectra ontwikkeld voor transportvliegtuigen, gevechtsvliegtuigen, helikopters en turbinemotoren. Die ontwikkeling vindt plaats in internationale samenwerking.

Het vermoeiingsonderzoek leidt tot grote internationale faam voor het NLR en bezorgt het NLR op dit gebied een gevestigde positie bij o.a. Airbus en Boeing. Binnen de ICAF vervult de Nederlandse afvaardiging met daarin het NLR een vooraanstaande rol. De interesse van de KLu voor de betreffende expertise van het NLR is aanleiding opdrachten te geven voor het bewaken van de levensduur van haar vliegtuigen. Dit gebeurt door middel van het meten van krachten en versnellingen aan vliegtuigen, vanaf de F-104G Starfighter tot aan de F-16. Door het opstellen van meerjarenprogramma's met de KLu (Rolling Budgets) ontstaat een (budgettaire) continuïteit in het werk voor de KLu, die wederzijds als positief wordt ervaren. De ondersteuning op het gebied van levensduurbewaking van vliegtuigen voor de KLu vindt een vervolg in dezelfde diensten voor de vliegtuigen en helikopters van de Koninklijke Marine. Na het faillissement van Fokker in 1996 neemt het NLR de voormalige testafdeling voor constructies van Fokker over. Daarmee wordt het NLR de belangrijkste uitvoerder van testen op dit gebied voor Fokker Aviation. Dit is de naam van de organisatie die is overgebleven na het faillissement. Tegelijk met de testapparatuur gaan een aantal voormalige medewerkers van Fokker over in NLR dienst. Het terrein van de Fokker fabriek op Schiphol krijgt een andere bestemming zodat ook het zogenaamde Testhuis op Schiphol-Oost moet verdwijnen. In de Noordoostpolder wordt een nieuwe testhal in gebruik genomen, toegesneden op de nieuwe situatie. Het NLR onderzoekt de reststerkte van constructies, waarbij de vraag is hoe sterk een constructie is nadat een scheur is opgetreden. Niet alleen door experimenteel



onderzoek maar ook door de reststerkte op theoretische gronden te beschrijven en te berekenen door middel van rekenmodellen. Hierdoor kan de resterende sterkte van gescheurde onderdelen worden voorspeld. Zowel bij het vermoeiings-, als bij het reststerkteonderzoek speelt het onderzoek van breukvlakken met behulp van elektronenmicroscopen een belangrijke rol. In opdracht van de RLD vinden controles plaats van sterkteberekeningen die door

Fokker zijn uitgevoerd. Naar aanleiding van vliegtuigongevallen, van zowel burger- als militaire vliegtuigen, wordt het NLR ingeschakeld. Het betreft het analyseren van delen van het vliegtuig en of op grond daarvan oorzaken kunnen worden vastgesteld. Het NLR is bij ongevallenonderzoek betrokken sinds zijn oprichting.

In toenemende mate vindt bij het NLR onderzoek plaats naar de eigenschappen van nieuwe lichtere materialen zoals nieuwe legeringen van aluminium en titaan, maar vooral ook composietmaterialen. In 1986 vindt een uitbreiding plaats van de laboratoria voor het composietenonderzoek. In de daaropvolgende jaren blijkt dat door de gunstige eigenschappen van composietmaterialen deze steeds meer toepassing vinden in primaire (zwaar belaste) vliegtuigconstructies. Eind jaren '90 wordt de ware-grootte horizontale composiet stabilizer van een Fokker 100 vliegtuig bij het NLR op statische- en vermoeiingssterkte met succes beproefd. Enkele jaren later wordt het composiet staartstuk van de NH90 helikopter met succes aan een vermoeiingsproef onderworpen.

Overall worden pogingen ondernomen om het specifiek brandstofverbruik van gasturbinemotoren te verlagen. Dit werkt kostenverlagend en draagt tegelijk bij aan

BELASTINGREGISTRATIES TIJDENS DE
VOORoorlogse INDIËVLUCHTEN

De behoefte aan informatie over optredende belastingen op delen van het vliegtuig tijdens KLM-vluchten op de Indië-route in de periode 1936 tot 1938 leidt tot het uitvoeren van versnellingsmetingen aan boord van DC-2 en DC-3 vliegtuigen. Ook vinden rekmetingen plaats op de huid van de vleugel binnen de romp. Het belang van het registreren van gegevens tijdens operationele vluchten wordt dan al onderkend. In latere decennia zijn de technieken verfijnd en uitvoerig toegepast door het NLR.

een beter milieu. Het NLR levert daarin ook een aandeel. Mogelijkheden om verbeteringen te bereiken zijn zo hoog mogelijke temperaturen bij de turbinebladen en zo klein mogelijke afdichtingruimten tussen de draaiende en stilstaande delen in de motor. Sinds vele jaren doet het NLR onderzoek naar het effect van zogenaamde 'coatings' op turbinebladen. Dit zijn laagjes met de eigenschap dat ze voor de turbinebladen temperatuurverlagend werken. De effecten worden gemeten met behulp van een 'burner rig'. De 'seal test rig' is een faciliteit, waarmee verschillende soorten afdichtingen (seals) kunnen worden getest bij omstandigheden, die nagenoeg gelijk zijn aan die in de echte motor, dat wil zeggen zeer hoge temperaturen, drukken en gassnelheden.

SEAL TESTING

GLARE

De ontwikkeling van GLARE begint aan het einde van de jaren '80 bij de TH-Delft. De belangrijkste aanleiding is om een materiaal te verkrijgen met een betere weerstand tegen scheurgroei dan de tot op dat moment gebruikte aluminiumlegeringen. Echter enkele gunstige eigenschappen van deze legeringen, zoals bewerkbaarheid en mogelijkheden tot reparatie moesten behouden blijven in het nieuwe materiaal. GLARE bestaat uit lagen aluminiumplaat, afgewisseld met een glasvezelversterkt materiaal met de eigenschap dat het gelijmd kan worden. Afzonderlijke lagen worden in de juiste volgorde op elkaar gelegd in een mal. Bij 120°C wordt het daarna in een autoclaaf uitgehard. Het is lichter dan een aluminiumlegering. Het NLR is bij de ontwikkeling van GLARE intensief betrokken geweest. In opdracht van het NIVR en in nauwe samenwerking met Fokker-VFW worden in 1975 bijvoorbeeld al voorstudies naar deze zogenaamde "menglaminaat" verricht ten behoeve van de voorbereiding op een volgend vliegtuigproject. GLARE dankt de goede weerstand tegen scheurgroei voornamelijk aan de aanwezigheid van de glasvezels, die ongevoelig

zijn voor vermoeiing. Wanneer vermoeiingsscheuren ontstaan komen deze alleen voor in de aluminium platen. De groei van deze scheuren is gering omdat dichtbij een scheur de belasting wordt overgenomen door de glasvezels, die als het ware een brug vormen over de scheur. Een nadeel van GLARE was de betrekkelijk hoge productiekosten. Een nieuw productieproces voor het maken van romppanelen heeft een flinke kostenbesparing opgeleverd.

Het materiaal GLARE, dat bij Stork Fokker AESP B.V. wordt geproduceerd, wordt gebruikt in de romppanelen van de Airbus A380, het grootste passagiersvliegtuig ter wereld. In elk vliegtuig is ongeveer 450m² verwerkt. Voordat het materiaal in de praktijk kan worden gebruikt wordt het uitvoerig getest. In samenwerking met Stork Fokker en met Airbus heeft het NLR in een periode van 18 maanden 2500 testen uitgevoerd om de sterkte en duurzaamheid onder extreme condities vast te stellen.

Ook heeft het NLR bij Airbus in Duitsland deelgenomen aan de uitvoering van het "Megaliner Barrel Programme".



GEbruik VAN GLARE
(Groen) OP DELEN
VAN DE AIRBUS A380

In een ware-grootte rompsegment van de A380 zijn verschillende ontwerpconcepten beproefd, onder meer is het materiaal GLARE bij die gelegenheid gevalideerd als huidmateriaal voor grote vliegtuigen.

Er wordt gewerkt aan een variant van GLARE die bestand is tegen hogere temperaturen.

LUCHTVAART

Door de sterk verhoogde brandstofprijzen vanaf de energiecrisis (eind jaren '70) gaat de aandacht uit naar de noodzaak tot verhogen van de brandstofefficiëntie van vliegtuigen. Dit wordt nagestreefd door het ontwerpen van nog efficiëntere vliegtuigen en vliegtuigmotoren (minder weerstand en lager brandstofverbruik van motoren) en door aanpassing van vliegprocedures. De expertise van het NLR wordt op beide gebieden ingezet.

Het aandeel straalverkeersvliegtuigen in de totale vlootpopulatie neemt in de jaren '70 steeds verder toe. De eerste generatie straalvliegtuigen (DC-8, Boeing 707, Tupolev 104) zorgen voor geluidsoverlast en zijn aanleiding tot veel klachten van bewoners

in de omgeving van luchthavens. Schaalvergroting van vliegtuigen maakt het vliegen goedkoper waardoor het luchtverkeer groeit. Plannen ontstaan voor een Tweede Nationale Luchthaven, waarvoor het NLR in opdracht van de RLD studies uitvoert. Schiphol heeft in de jaren '70 plannen voor uitbreiding met een extra start- en landingsbaan. Die geplande uitbreiding bezorgt het NLR vele jaren werk, zowel wat betreft gebruiksmogelijkheden, als milieuaspecten en veiligheid. De vijfde baan komt uiteindelijk in 2003 in gebruik.

Het NLR ontwikkelt rekenmodellen om de omvang vast te stellen van de geluidsbelasting als gevolg van het luchtverkeer, de capaciteit van Schiphol en van het lucht-ruim. Maar ook van de risico's voor omwo-

nenden op een ongeval met een vliegtuig en de hoeveelheid uitstoot van vliegtuigmotoren. Deze modellen zijn belangrijke hulpmiddelen om inzichtelijk te maken wat de consequenties zijn van veranderingen van gebruik van start- en landingsbanen en vliegprocedures en van toekomst-scenario's. In de jaren '90 heeft het NLR daartoe enige tijd beleidsanalytische studies uitgevoerd voor de RLD.

Het NLR wordt ook betrokken bij experimenteel onderzoek naar veiliger en efficiënter vliegtuiggebruik. Dit vindt plaats met de vluchtnabootsers, de ATM-simulatoren en de laboratoriumvliegtuigen. Beproefd worden o.a. vliegprocedures waarmee de geluidsoverlast rond luchthavens kan worden verminderd in een omgeving met ander vliegverkeer. Vliegers en verkeersleiders spelen daarin een essentiële rol.

Het NLR modelleert verkeersleidingsprocessen, luchthavenoperaties en processen bij luchtvaartmaatschappijen, om het geheel daarvan te verbeteren. Daarbij behoren betere informatie-uitwisseling, bijvoorbeeld van weersgegevens, vluchtplannen en 'gate'-afhandeling. Het NLR experimen-

PERSBERICHT MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT VAN 2003

De vijfde baan van Schiphol is na dertig jaren van discussie, denkwerk en voorbereiding een feit. De baan die de naam Polderbaan meekreeg, is vanmiddag geopend door demissionair staatssecretaris Melanie Schultz van Haegen van Verkeer en Waterstaat. Met de komst van de vijfde baan kan de luchthaven doorgroeien naar 600.000 vluchten per jaar. Dat zijn er bijna 200.000 meer dan het aantal vluchten dat nu jaarlijks wordt verwerkt. De staatssecretaris sprak in haar speech over de economische groei die dit met zich meebrengt: Een miljoen extra passagiers op Schip-

hol, betekent een half miljard euro meer welvaart in de regio, wat gemiddeld 8.600 extra arbeidsplaatsen oplevert. Dat zijn toch cijfers waar je onder de huidige economische omstandigheden niet aan voorbij kunt gaan, aldus Schultz. De staatssecretaris benadrukte dat met de komst van de vijfde baan, de groei van Schiphol niet tot een einde komt. Dankzij deze baan blijft Schiphol een mainport in Europa. Maar we zoeken nu al gezamenlijk naar meer ruimte voor groei na 2010. Vandaag open ik de vijfde baan, maar er loopt al weer een onderzoek van de luchtvaartsector naar een zesde.

teert met nieuwe apparatuur, bijvoorbeeld schermen waarop luchtverkeersleiders conflicten eerder zien aankomen. En computers die suggesties doen om een conflict op te lossen. Luchtverkeersleiders testen elke verbetering uit in een simulator, waar ze soms dagenlang virtueel vliegverkeer regelen. In simulatoren blijkt ook hoe nieuwe gedragsregels voor vliegtuigen uitpakken.

Bijvoorbeeld de efficiëntere verticale indeling van het luchtruim, die in 2002 werd ingevoerd. Europa werkt aan een veel verdergaande herindeling van het luchtruim. Uiteindelijk moet het hele Europese luchtruim als één geïntegreerd geheel beheerd kunnen worden. Voor deze 'Single European Sky' wordt veel nieuwe communicatietechniek ontwikkeld en getest bij het NLR.

STEEDS MEER KENNIS OVER GELUID VAN Vliegtuigen

De laatste tien jaar voert het NLR onderzoek uit met als doel meer kennis te verkrijgen over de geluidsuitstraling (propagatie) van vliegtuigen en helikopters. Door middel van een uitgekende microfoonopstelling is het mogelijk het geluidsniveau van vliegtuigen nauwkeurig vast te stellen zonder storende bodeminvloed. Door het gebruik van een LIDAR in combinatie met deze microfoonopstelling is gemeten wat de invloed is van wind op de propagatie van vliegtuiggeluid. Een interessant resultaat daarvan is dat verschillen in windrichting en luchttemperatuur een grote invloed hebben op de geluidspropagatie en dus op de gemeten geluidsniveaus. Een gevolg is dat de modellering van de geluidspropagatie moet worden verbeterd door in drie dimensies de wind- en temperatuurgradiënten en de kortstondige variaties daarin te modelleren. Daarmee zal de voorspelling van het vliegtuiggeluid nauwkeuriger worden. Samen met NASA Langley werkt het NLR aan de ontwikkeling van een simulator waarin de omgeving van een vliegveld wordt nagebootst met 3-dimensionale modellen van voorbij vliegende vliegtuigen en het in drie dimensies realistisch weergegeven geluid van die vliegtuigen. De simulator wordt gebruikt voor onderzoek naar het effect van "stillere" vliegprocedures op waarnemers. Het is tevens een middel om over vliegtuiggeluid te communiceren met overheid, beleidsmakers, opdrachtgevers en omwonenden. Bovendien is het goed mogelijk bepaalde hinderlijke effecten in vliegtuiggeluid te detecteren en deze te elimineren. Deze effecten kunnen bepalend zijn voor de ondervonden geluidshinder.

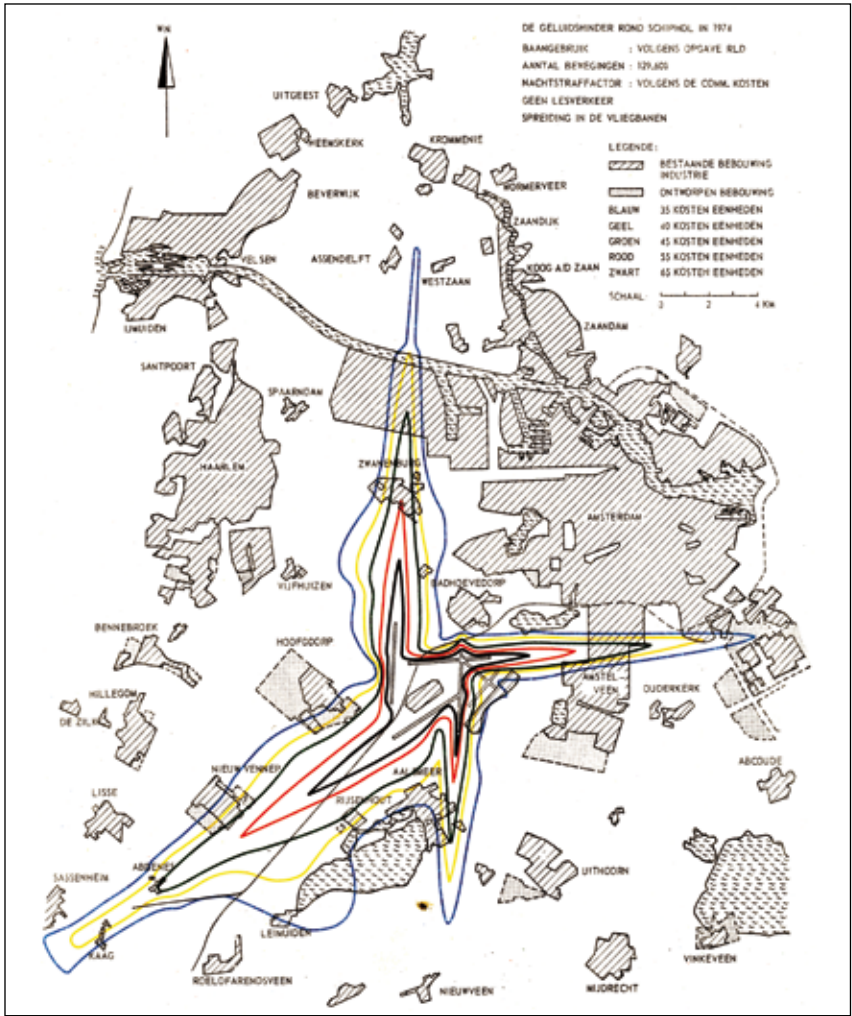
De laatste decennia is veel onderzoek gedaan naar het begrijpen van de fysica die van belang is bij het genereren van geluid door jachtvliegtuigen. Dat heeft er toe geleid dat het NLR samen met het Amerikaanse 'Office of Naval Research' en de 'Florida State University' mogelijkheden heeft verkregen om het straalgeluid van militaire jets te reduceren door -gepulsteerd - waterinjectie toe te passen met een ring rond de uitlaatstraal. Onlangs zijn uitgebreide geluidmetingen aan de F-35 uitgevoerd die het Airforce Research Laboratory (AFRL) in 2008 met ondersteuning van het NLR heeft uitgevoerd. Er zijn geluidsmetingen verricht aan een stilstaande en aan een overvliegende F-35 waarbij het geluid, de weersomstandigheden en de vliegtuigparameters uitvoerig zijn opgemeten onder stabiele weerscondities. Deze geluidsdata gebruikt het NLR om inzicht te krijgen in geluid van het vliegen met de F-35 op de Nederlandse militaire velden.

REGISTRATIE VAN GEGEVENS IN EEN DC-8

Begin jaren '60 doet het NLR op verzoek van de KLM en de RLD metingen aan boord van een DC-8 vliegtuig van de KLM. Doel daarvan is om het gedrag van het vliegtuig en de motoren vast te leggen. De metingen vinden plaats met een door het NLR ontwikkelde vluchtrecorder met een magneetbandunit. De verzamelde vluchtregistraties dienen kort daarna als ook als bron voor een onderzoek naar de kans op botsingsgevaar tussen verkeersvliegtuigen onderling op luchtroutes boven de Atlantische Oceaan. Eveneens wordt de DC-8 tijdelijk voorzien van een recorder waarmee het mogelijk wordt statistisch onderzoek te doen naar belastingen op dit vliegtuig. De registraties van duizenden vlieguren zijn verzameld en geanalyseerd, o.a. ten behoeve van de NASA. Het NLR ontwikkelt de in de DC-8 gebruikte digitale vluchtrecorder verder door. Dit leidt tot de DR 28 recorder gebruikt voor de vliegproeven met de Fokker F.28. In de daaropvolgende jaren is het steeds meer gebruikelijk om tijdens de vlucht gegevens te registreren met op de markt verkrijgbare apparatuur.



OPNAMEAPPARATUUR IN EEN KLM DC-8



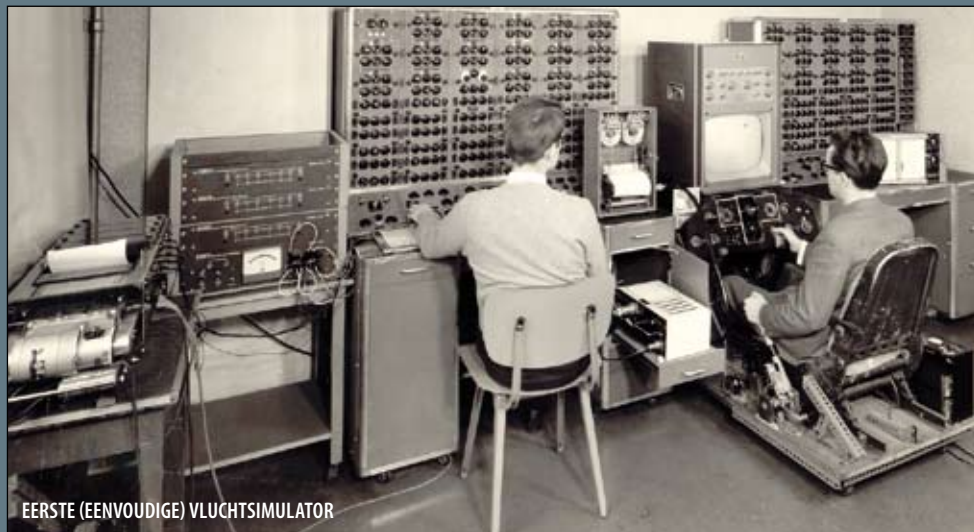
BEREKENDE CONTOUREN VAN GELIJKE GELUIDSBELASTING ROND SCHIPHOL IN 1974



SCHIPHOL MET VIJFDE BAAN



VLUCHTSIMULATOREN



EERSTE (EENVOUDIGE) VLUCHTSIMULATOR

In 1956 vinden de eerste experimenten plaats bij het NLL met een analoge rekenmachine met eenvoudige bedieningsorganen en een beeldscherm. Het is NLR's eerste onderzoeksvluchtnabootser. Simulatieonderzoek bij het NLR vindt ook plaats op een aparte analoge computer (EAI 680) met een enorm 'patch panel'.

Omstreeks 1970 krijgt het NLR de beschikking over een link trainer waarmee militaire vliegtuigen met V/STOL-eigenschappen worden gesimuleerd. Dit wordt gevolgd door een onderzoek aan de STOL-versie van de F.27 (Fokker project P.301). Mede door de ontwikkeling van de Kolibrie helikopter in de jaren '50 doet het NLR veel ervaring op met helikopters. Enig tijd nadat het Kolibrieproject is gestopt (begin jaren '60) wordt onderzoek gestart naar vliegtuigen die (bijna) verticaal kunnen stij-

gen en landen (V/STOL-vliegtuigen). Het NLR richt zich vooral op de stabiliteit- en besturingsaspecten van dergelijke vliegtuigen. Het is een van de eerste toepassingen voor de in de jaren '50 door het NLL ontwikkelde vluchtnabootser.

Met de digitale computer worden de gebruiksmogelijkheden van vluchtsimulatie aanzienlijk verruimd. Dat leidt in 1972 tot de ontwikkeling en aanschaf van een geheel nieuwe vluchtnabootser met een bewegend onderstel en met zichtsимулатie. Vanaf 1975 worden daarmee een groot aantal onderzoeken uitgevoerd gebruik makend van de karakteristieken van zowel civiele als militaire vliegtuigen.

Het onderzoek heeft o.a. betrekking op vliegprocedures, vliegeigenschappen, evaluatie van vliegtuiginstrumenten (b.v. elektronische cockpit displays),

werkbelasting van de vlieger en integratie met ATC-procedures. Veel van dit onderzoek vindt plaats ter ondersteuning van Fokker (via het NIVR), de Koninklijke Luchtmacht en de Rijksluchtvaartdienst. In 1995 wordt een nieuwe simulator, de Nationale Simulatie Faciliteit (NSF) geheten, in gebruik gesteld, primair bedoeld om de F-16 te simuleren. De naam wordt later gewijzigd in 'Generic Fighter Operations Research Cockpit Environment' (GFORCE).

GFORCE maakt het mogelijk om allerlei missies te vliegen, de eigenschappen en effectiviteit te onderzoeken van andere (avionica)systemen en hun effect op de vlieger na te gaan. Daarbij kan tot het uiterste worden gegaan, zonder risico's. Op de binnenwand van een bolvormige koepel wordt "uitzicht naar buiten" gegenereerd waarbij ook ander vliegverkeer kan worden geprojecteerd. Dit type onderzoeken heeft vele werkelijke vliegturen bespaard.

Gedurende de laatste tien jaren is een nieuwe simulatorcockpit ontwikkeld, de Generic Research Aircraft Cockpit Environment (GRACE), met een sterk verbeterd zichtsysteem. Daarmee ontstaan vrijwel universele mogelijkheden om de cockpituitrusting voor diverse vliegtuigtypen te evalueren en te certificeren onder zeer realistische omstandigheden.

Voor onderzoek van systemen van de mogelijke opvolger van de F-16 krijgt het NLR de beschikking over een speciale simulator.

De vraag naar simulatiemogelijkheden van helikopters leidt in 2000 tot de introductie van het Helicopter Pilot Station.



MAQUETTE WAAROVER EEN CAMERA BEWEEGT OM UITZICHT TE GENEREREN VOOR DE VLEGER



HELICOPTER PILOT STATION



VLUCHTNABOOTSER MET BEWEGENDE STUURHUT (VMBS)



GFORCE MET GEAVANCEERDE BEELDGENERATIE

Ook door uitwisseling van data tussen vliegtuig en de grond kunnen planningsproblemen beter worden opgelost en nieuwe toepassingen op het gebied van 'Communication, Navigation & Surveillance' worden ingevoerd.

Een andere benadering: laat vliegers zelf hun onderlinge afstand regelen, zonder tussenkomst van luchtverkeersleiding. Nieuwe apparatuur maakt het mogelijk de ongebruikte delen van het luchtruim te gebruiken zonder dat de luchtverkeersleiding het extra druk krijgt. Het NLR werkt aan verificatie en validatie van 'Air Traffic Management'-concepten, procedures, gereedschappen en menselijke prestaties. Daarbij worden ATM-

systemen gekarakteriseerd in termen van capaciteit, punctualiteit, flexibiliteit, veiligheid, 'human factors' en milieueffecten. Om geluid aan vliegtuigen te meten ontwikkelt het NLR een systeem van geclusterde microfoons ('acoustic array') waarmee het mogelijk is het geluid van de diverse geluidsbronnen aan bijvoorbeeld een overvliegend vliegtuig te identificeren. Dit biedt de mogelijkheid doelgericht te werken aan geluidsvermindering.

Vliegtuigen produceren wervels die zich achter de vleugeltippen "oprollen" en een hoge intensiteit hebben. Hoe zwaarder het vliegtuig hoe krachtiger de tipwervels. Na enige tijd neemt de intensiteit af en doven de wervels uit. Die wervels kunnen lang na-

ATM-SIMULATOREN



GESIMULEERD BEELD VANUIT DE VERKEERSTOREN VAN SCHIPHOL, IN NARSIM TOWER

Voor de veilige en efficiënte afhandeling van het luchtverkeer op luchthavens en in het luchtruim ontwikkelt het NLR methoden en faciliteiten, ter ondersteuning van de LVNL. De LVNL is ontstaan uit de RLD Luchtverkeersbeveiliging.

Enkele van deze faciliteiten zijn de NLR Air Traffic Control Research Simulator (NARSIM Radar) waarmee verschillende ATC-scenario's kunnen worden onderzocht en – sinds 2000 – NARSIM Tower. Dit is een faciliteit voor onderzoek en ontwikkeling op het gebied van luchthaven- en verkeersstoren operaties. Ook de systemen die de verkeersleider in de toekomst gaan ondersteunen, kunnen hierin worden ontwikkeld. Deze real-time simulator (NARSIM Tower) maakt het mogelijk om de werkomgeving van de torenverkeersleider op een zeer realistische manier na te bootsen.

Evenals bij de al bestaande onderzoeksfaciliteit NARSIM Radar (voor de radarverkeersleider) is de werkomgeving voor de verkeersleider volledig aan te passen aan het soort onderzoek.

Het meest in het oog springend is het 360° projectiescherm met een diameter van 11 meter en een hoogte van bijna 5 meter. Op dit projectiescherm wordt een realistisch beeld getoond vanuit de verkeersstoren, inclusief weersinvloeden, slecht-zichtcondities en een dag/nacht cyclus. Minder in het oog springend maar net zo bijzonder is de achterliggende software die volledig door het NLR is ontwikkeld. Met deze software kunnen op de beeldschermen van de verkeersleider verschillende hulpmiddelen worden getoond. Daardoor is het mogelijk om diverse hedendaagse maar ook toekomstige scenario's accuraat na te bootsen.

NARSIM Tower kan gebruikt worden in combinatie met NARSIM Radar en de NLR vluchtnabootsers om in één gecombineerde simulatie nieuwe systemen te ontwikkelen. Daarnaast om onderzoeksvragen vanuit diverse perspectieven (verkeersleider en piloot) te beantwoorden.

NARSIM Tower is gebruikt in onderzoek naar veiligheid, milieu en capaciteit van diverse luchthavens in Europa en in het bijzonder Schiphol. Daarnaast wordt intensief onderzoek gedaan naar het trainen van luchtverkeersleiders.

BEREKENEN VAN EXTERNE VEILIGHEID ROND LUCHTHAVENS

De luchtvaart kent interne en externe veiligheid. Interne veiligheid is een maat voor de veiligheid van het vliegen zelf. Onder externe veiligheid verstaat men de veiligheid op de grond in de omgeving van de luchthaven. Mede naar aanleiding van de Bijlmer-ramp in 1992 heeft het NLR een mathematisch model ontwikkeld waarmee risico's voor omwonenden berekend kunnen worden rondom de luchthaven. In het model wordt rekening gehouden met het type vliegtuig, de route en het aantal bewegingen per jaar. De berekende risicowaarden worden meestal weergegeven door middel van contouren van gelijk risico, de zgn. plaatsgebonden risico (PR-) contouren. De ontwikkeling van het model en het gebruik ervan voor alle Nederlandse en enkele buitenlandse luchthavens heeft het NLR internationaal een vooraanstaande positie gegeven op het gebied van externe veiligheid. De figuur geeft berekende risicogebieden rondom Schiphol voor een willekeurig scenario. De groen, geel en rood gekleurde gebieden geven respectievelijk verschillende waarden van een verhoogd risico weer.



dat het vliegtuig is gepasseerd echter nog zoveel energie hebben dat zij achteropkomende vliegtuigen in gevaar brengen. Dat geldt in het bijzonder voor situaties bij start en landing. In de jaren '70 voert het NLR bij een landingsbaan op Schiphol metingen uit naar het optreden van tipwervels, op grond waarvan veiligheidsmarges tussen landende vliegtuigen worden bepaald.

Die marges zijn vaak bepalend voor de capaciteit van een start- en landingsbaan. Om de capaciteit te verhogen is het NLR in 2006 betrokken bij een onderzoek om na te gaan of bij starts met zijwind, waarbij de wervels dwars weg waaien, de separatie kan worden verminderd. Hierdoor kan de startcapaciteit worden verhoogd met handhaving van het veiligheidsniveau.

In 2002 houden het NLR en het DLR op grotere hoogte (15.000ft) proeven waarbij de invloed van de tipwervel van het voorste vliegtuig wordt gemeten op het achterliggende vliegtuig, bij verschillende onderlinge afstanden. De gemeten effecten dienen als input in modellen in vluchtsimulatoren.

RADAR TRACKER

Vanaf de jaren '80 ontwikkelt het NLR een systeem om de gegevens van door radar opgevangen posities van vliegtuigen te verwerken tot betrouwbare informatie voor verkeersleiders. Het gaat daarbij om afstand, richting en eventueel hoogte van vliegtuigen ten opzichte van de radarantenne. Het NLR ontwikkelt gedurende een aantal jaren filtermethoden om te komen tot betrouwbare en accurate positiebepaling, grondsnelheid en richtingsinformatie voor elk vliegtuig dat onder controle is van de luchtverkeersleiding. Hoe hoger de accuratesse van de gepresenteerde informatie aan de verkeersleider hoe veiliger deze het verkeer kan verwerken. Dit meerjarenproject mondt uit in een systeem dat bekend is als ARTAS Tracker, Air Traffic Control Radar Tracker and Server. Inmiddels is dit systeem in gebruik bij verkeersleidingscentra in verscheidene Europese landen.

LABORATORIUMVLEIETUIGEN

Een belangrijk deel van het werk van het laboratorium bestaat uit onderzoek van de eigenschappen van vliegtuigen, zowel langs theoretische weg als door middel van proeven op ware grootte in de vlucht.

CESSNA CITATION



Het in 1946 van Prins Bernhard in bruikleen ontvangen Siebel-vliegtuig wordt in 1955 aangekocht en in 1964 weer verkocht. In die 18 jaren is de Siebel gebruikt voor de ontwikkeling van nieuwe of verbetering van bestaande meetmethoden. Daarnaast voor de verificatie van de resultaten van modelonderzoek en voor de beproeving van nieuwe meetapparatuur. Enige jaren dient het als practicum voor studenten van de TH-Delft (Vliegtuigbouw). De behoefte aan experimenten bij hogere vliegsnelheden leidt in 1961 tot de aanschaf (met financiële hulp van het NIV) van een Fokker S.14 Machtrainer. Het

vliegtuig beschikt over een cockpit met twee naast elkaar geplaatste stoelen, wat voordelen biedt bij een aantal soorten proeven. Vijf jaar later ontvangt het NLR van de Koninklijke Luchtmacht twee trainersversies van de Hawker Hunter waarvan er één wordt omgebouwd tot laboratoriumvliegtuig. In 1971 vindt de overdracht plaats van de S.14 Machtrainer aan het toenmalige Aviodome. Tot op heden staat dit vliegtuig geëxposeerd in het luchtvaartthemapark Aviodrome in Lelystad. In 1980 wordt de Hunter verkocht. Voor experimenten bij lagere vliegsnelheden schaft het NLR in 1963 voor het eerst een

INGENIEUR-VLIEGERS OF LABORATORIUMVLIEGERS

Het laboratorium beschikt sinds 1921 over (laboratorium)vliegtuigen die in het algemeen worden gevlogen door speciaal daartoe opgeleide ingenieur-vliegers. Hieronder zijn hun namen vermeld en de jaren dat zij in dienst zijn (geweest) van het laboratorium en de vliegtuigen waarin zij vlogen.

J.C.G. Grisé	RSL	1918-1923	F.II
H.J. van der Maas	RSL/NLL	1923-1940	F.II, F.VIIa
S. Wynia	RSL/NLL	1930-1951	F.II, F.VIIa
A.J. Marx	RSL/NLL/NLR	1934-1976	F.VIIa
F.E. Douwes Dekker	NLL/NLR	1951-1968	Siebel, S.14, Queen Air, Hunter
G.L. Lamers	NLR	1967-1994	Hunter, Queen Air, Metro
H.W. Kleingeld	NLR	1969-1997	Hunter, Queen Air, Metro
A.A. Moelker	NLR	1967-1982	Hunter, Queen Air, Metro
N. van Driel	NLR	1971-2007	Queen Air, Metro, Citation
W.J.A. Bonnee	NLR	1980-	Queen Air, Metro, Citation
A.K. Karwal	NLR	1992-	Metro, Citation
S. Postma	NLR	1996-2000	Metro, Citation
E.A.C. Kruijsen	NLR	1997-2006	Metro, Citation
R.S. Tump	NLR	2001-	Metro, Citation



J.C.G. GRISÉ



H.J. VAN DER MAAS



A.K. KARWAL EN E.A.C. KRUIJSEN

Daarmee kan op realistische wijze het effect van tipwervels op het vliegtuig worden gesimuleerd.

Op verzoek van de Rijksluchtvaartdienst ontwikkelt het NLR in de jaren '80 een bewakingssysteem voor vanaf Schiphol startende vliegtuigen. Met dit systeem is het mogelijk om "overtreders" (vliegtuigen die buiten de hun toegewezen route vliegen en/of meer geluid veroorzaken op meetpunten op de grond) te signaleren. Dit systeem (FANOMOS) is ook aan enkele buitenlandse luchthavens verkocht. Het NLR gebruikt de opgedane expertise met geluidmeetstations in de omgeving van Schiphol ook voor andere Nederlandse vliegvelden, waaronder luchtbases. In 2006 wordt het NLR betrokken bij het onderzoek naar een meetsysteem waarmee het mogelijk is van elk individueel passerend vliegtuig de geluidsniveaus te meten en bij overschrijding van een bepaalde waarde over te gaan tot het opleggen van een boete. Met deze "flitspalen" worden omwonenden beschermd tegen "geluidsovertreders". Het vormt onderdeel van een totaal handhavingstelsel met betrekking tot de overlast voor de omgeving

HAWKER HUNTER, BEECHCRAFT QUEENAIR, SWEARINGEN METRO



HERINNERINGEN VAN EEN VOORMALIG INGENIEUR-VLIEGER

Het begon allemaal, een halve eeuw geleden, met de afstudeeropdracht van prof. Van der Maas om door middel van vliegproeven de polaire te bepalen van de De Havilland Tiger Moth. Het klassieke lesvliegtuig voor beginners. Met een B-brevet op zak en een medestudent Jan Vlegthert als waarnemer erbij om de statische buis buiten boord te hangen, togen wij serieus aan het werk. Het was prachtig weer, hoge druk en geheel vrij van turbulentie. Stationair horizontaal vliegen boven de Noordzee vanaf Ypenburg, met alle snelheden die de Tiger Moth te bieden had, was het devies. De meetresultaten waren dermate zuiver dat Van der Maas het nauwelijks kon geloven. Het rapport werd niettemin goed gekeurd en de bul kon worden uitgereikt. Het ingenieur-vlieger-schap is eigenlijk niet zo bijzonder. Elke ingenieur is in staat om vliegen te leren, als hij tenminste ook kan fietsen en auto rijden. Maar je moet er wel echt zin in hebben om beide vaardigheden te combineren en dat was bij mij duidelijk het geval. (...) Fokker wilde mij aanvankelijk helemaal niet hebben, KLM en Luchtmacht hadden vliegers genoeg, maar bij het NLL kon ik zo worden ingelijfd bij de V-sectie onder leiding van Teus van Oosterom. (...) De komst van het proto-type Fokker S.14, uitgerust met Rolls-Royce Nene motor, was een welkome aanvulling op de mogelijkheden om vliegproeven te doen bij hogere snelheden. Kapitein Nelissen van de vliegbasis Ypenburg verzorgde mijn overgangstraining op dit vliegtuig. Dat was gauw gebeurd, omdat de S.14 goedaardig van karakter was. Eigenlijk een Harvard met een straalmotor. Mijn eerste taak was om in de ware vlucht te getuigen dat het vliegtuig bestand was tegen een draagkrachtbelasting van zeven keer de zwaartekracht! Als dan al het bloed in de tenen zakt valt het niet mee om je hersens er nog bij te houden! (...) De dagen van de Siebel werden al geteld en een opvolger (de Beechcraft Queen Air) kwam in zicht. Aan mij de taak om, met een beroeps-vlieger bedreven in lange-afstand ferryvluchten, dat vliegtuig in Wichita, Kansas, af te nemen en naar Schiphol te vliegen. (...) Het begin van de ferryvlucht verliep heel voorspoedig en de uren vlogen voorbij. Halverwege de vlucht raakte de ADF ('Automatic Direction Finder'), ons enige navigatiemiddel langs de weerscheppen, onbruikbaar door het bijzonder slechte weer op zee. Toen wij daarover trachtten contact op te nemen met zo'n weerschip om ons te peilen lukte dat ook al niet. Plotseling kwam er uit onze VHF-radio een zware stem met de vraag of wij prijs stelden op een positiebepaling met behulp van radar. Dat was uiteraard zeer welkom, maar ik vroeg tegelijkertijd naar de identiteit van de spreker, hetgeen kortweg geweigerd werd om de simpele reden dat het een AWACS vliegtuig was op wacht boven de oceaan, dat ons had horen jammeren over het uitvallen van onze ADF! We zaten goed op koers en hadden nog enkele uren voor de boeg om in beter weer, na 11 uur vliegen, Shannon te bereiken. Even bijtanken en door naar Schiphol waar het ontvangstcomité van Directie, V-sectie, vrouw en dochter gereed stond om ons te verwelkomen. (...) In 1968 eindigde mijn loopbaan bij het NLR, om op uitnodiging van Sam de Mul, directeur van Schiphol, bij hem te komen werken. (...) Mijn tijd op het "Lab" staat nog steeds gegrift in mijn geheugen.

Ir. F.E. (Eddy) Douwes Dekker

bij de afwikkeling van de luchtvaart op luchthavens. Daarbij vervult het NLR met zijn kennis en faciliteiten een grote rol.

Samen met de TU-Delft werkt het NLR aan een concept waarbij vliegtuigen die een luchthaven aanvliegen om te landen zo min mogelijk geluid produceren. Dit wordt bereikt door het toepassen van een laag motorvermogen tijdens een vrijwel ononderbroken glijvlucht naar de landingsbaan. Dit concept, genaamd ‘Continuous Descent Approach’ (CDA), komt op Schiphol in gebruik op momenten wanneer er weinig luchtverkeer is. Omstreeks 2000 is een nieuwe variant bij het NLR in onderzoek: ACDA, waarbij de A staat voor ‘Advanced’. Vanaf de jaren ’70 wordt het NLR ingezet bij

MET ROOKPOT
ZICHTBAAR GEMAAKTE
TIPWERVEL



onderzoek naar ‘human factors’. Het gaat bij dit onderwerp o.a. om het meten van de effectiviteit van het menselijk gedrag in relatie tot nieuwe, geavanceerde systemen. Het onderzoek heeft betrekking op het bepalen van de werkbelasting van vliegers en verkeersleiders onder verschillende omstandigheden.

DE RIJKSLUCHTVAARTDIENST (RLD)

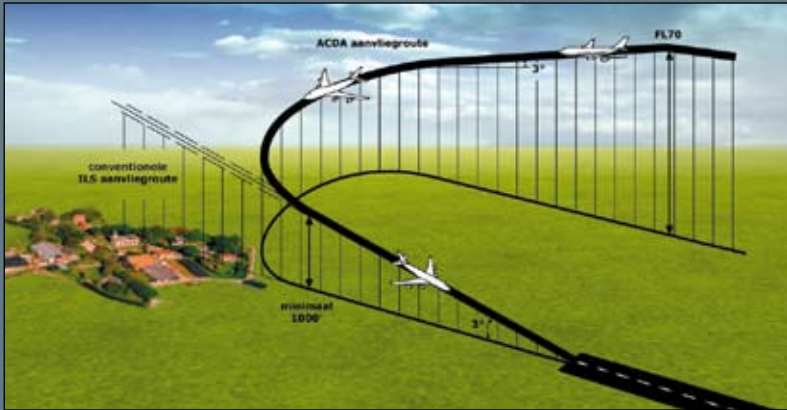
Kort na de bevrijding in 1945 wordt de Commissie Keuring Luchtvaartmaterieel (CKL) opgeheven. Daarmee komt het toezicht op de luchtwaardigheid met inbegrip van de typekeuring bij de RLD. Het NLR voert vooral vanaf de jaren ’70 opdrachten uit voor de (RLD-)directies Luchtvaartinspectie (luchtwaardigheid, milieu) en Luchtverkeersbeveiliging (ATC en meetvluchten) in het kader van afspraken in het jaarlijkse Rolling Budget. De directie Luchtverkeersbeveiliging wordt in 1993 verzelfstandigd en gaat verder als Zelfstandig Bestuursorgaan Luchtverkeersbeveiliging, waarna deze organisatie in 1998 wordt omgedoopt in Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL). In 2000 wordt de Rijksluchtvaartdienst opgesplitst in drie nieuwe onderdelen.

Het betreft een beleidseenheid, een uitvoeringseenheid en een handhavingseenheid. Bij het ontwerp van deze nieuwe organisatiestructuur is ervan uitgegaan dat de drie eenheden helemaal zelfstandig moeten zijn en dat uitvoering en handhaving hun werk ook nog eens onafhankelijk van het beleid moet kunnen uitvoeren. Uitvoering en handhaving zullen deel uitmaken van de nieuw gevormde “Inspectie Verkeer en Waterstaat”. Belangrijke doelen van de reorganisatie zijn functiescheiding, een grotere openheid en een hogere kwaliteit van de overheidsorganisatie.

De nieuwe beleidseenheid is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van strategisch en integraal beleid voor de luchtvaart.

De uitvoeringseenheid (Nederlandse Luchtvaart Autoriteit) is verantwoordelijk voor de uitvoering van het beleid. Het gaat hierbij om vergunningverlening (inclusief erkenning, brevettering, certificering) en uitvoeringsregelgeving.

De handhavingseenheid richt zich op het constateren van normoverschrijdingen en het nemen van bijbehorende maatregelen (repressief toezicht) en is verantwoordelijk voor alle bestuurrechtelijke handhaving op luchtvaartgebied. Doelstelling van de handhavingseenheid is het bijdragen aan een in alle aspecten duurzaam luchtvaartsysteem en het bevorderen van publieksvertrouwen.



ACDA-NADERING IN VERGELIJKING MET CONVENTIONELE NADERING

DUBBEL VOORDEEL BIJ HET NADEREN VAN VLEGVELDEN, STIL EN ZUINIG

Bij een ACDA-nadering wordt een nauwkeurige voorspelling gedaan van de aanvliegroete, door gegevens over de snelheid en de positie van het vliegtuig en over de weersgesteldheid te combineren. Zo kan de verkeersleiding veel nauwkeuriger de landingstijd voorspellen. Winst ontstaat ook doordat vliegtuigen bij ACDA op een later moment – dus dichterbij de grond – hun laatste landingsfase inzetten en dan pas het motorvermogen verhogen. Daardoor is gedurende een groot deel van de nadering de geluidsproductie van het vliegtuig minimaal.

Bij ACDA kan de vlieger de landingsbaan in een bocht naderen, in tegenstelling tot de gebruikelijke wijze van landen in rechte lijn voor de landingsbaan. Het vliegtuig vliegt als het ware door een onzichtbare “gebogen tunnel in de lucht” die vanaf de grond wordt gecontroleerd met behulp van radar. Door middel van experimenten met de NLR-vluchtnabootser en laboratoriumvliegtuigen wordt de inzetbaarheid van de ACDA-procedure onderzocht, waarbij het veiligheidsniveau niet wordt aangetast. Een bijkomend voordeel van deze “geluidsarme” naderingsprocedure is dat het brandstofverbruik van het vliegtuig aanzienlijk lager is.

Aanvankelijk richt het onderzoek zich op ‘Head up displays’ voor vliegers. Bij de introductie in de jaren ’90 van beeldschermen in de cockpit van vliegtuigen, in plaats van de traditionele instrumenten, vindt uitgebreid onderzoek plaats naar het ontwerp van ‘displays’. Deze moeten op een zodanige wijze zijn ingericht dat

de vlieger de informatie kan opnemen met de minste werkbelasting. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de vluchtsimulators, ATM-simulators en de laboratoriumvliegtuigen. Voor dit werk heeft het NLR enkele psychologen in dienst. Het effect van de weersomstandigheden op de veiligheid van de luchtvaart is al lang

HET NLR EN DE JSF

Het NLR ondersteunt het Ministerie van Defensie bij beleids- en planningvraagstukken voor de opvolger van de F-16. De Nederlandse overheid participeert in de ontwikkeling van de Joint Strike Fighter, een potentiële kandidaat voor deze opvolger. Daarnaast leveren NLR en zijn kennispartners ondersteuning aan de Nederlandse industrieën die betrokken zijn bij de ontwikkeling van de JSF.

bekend. Veel onderzoek verricht het NLR naar het vliegen onder slechtzichtomstandigheden, met dwarswind tijdens landingen, bij bliksemingslag en ‘windshear’. Naar ‘windshear’, een gevaarlijke situatie voor vliegtuigen waarbij de wind in heel korte tijd van richting en snelheid verandert, is uitgebreid onderzoek gedaan. Dit gebeurt o.a. met behulp van de NLR-vluchtnabootser, samen met NIVR, RLD, KLM en KNMI. Het NLR ontwikkelt ‘windshear’ detectie apparatuur en beproeft die in de vluchtnabootser.

In 1996 begint het NLR samen met NASA en FAA met een onderzoek naar het concept van ‘Free Flight’, waarbij de taak om vliegtuigen in het luchtruim onderling voldoende veilig te separeren bij de vlieger(s) ligt en niet bij de verkeersleiding. Bij het handhaven van die separatie wordt gebruik ge-



NH90 HELIKOPTER

HET NLR EN DE NH90

Het NLR neemt deel aan het NH90 project door ondersteuning van de Koninklijke Marine bij de selectie en verwerving van de nieuwe helikopter die de Lynx helikopter zal vervangen. Die ondersteuning betreft ook de Nederlandse industrie bij de ontwikkeling, productie en certificatie en operationele inzet van de nieuwe helikopter. Het NLR levert aan deze industrie specifieke engineering ondersteuning tijdens het ontwerp van Nederlandse componenten zoals staart- en staartvlakken, onderstel en transmissie.

Free flight study finds pilots’ workload is not increased

IAN SHEPPARD/LONDON

A DUTCH national aerospace laboratory (NLR) study has concluded that workload does not increase when a pilot is given responsibility for separation assurance in a “free flight” air traffic control environment.

Ronald van Gent, NLR project leader, says that the conclusion surprised the research team. “We anticipated a dramatic increase in workload,” he admits. The conclusion held good even with traffic density increased to levels which are never likely to be experienced.

The exercise consisted of offline simulations and a safety analysis study, followed by man-in-the-loop flight simulations.

In the tests, eight crews each flew 18 sorties, all of 20min duration, with traffic densities ranging up to three times the average encountered in European airspace. A modification to the simulator’s navigation display allowed other traffic to be superimposed.

Eye and head movements of crewmembers were tracked, along with their interaction with the avionics. Their opinions were recorded, with the

majority accepting the new concept and testifying that workload was unchanged.

Each aircraft had its own conflict detection and resolution advisory modes, the best of which was selected. Known as “voltage potential”, this involves the real-time assessment of conflict possibility and calculation of an advised track, ground and vertical speed.

Conflict severity is used as a measure of the incursion of the “own ship” aircraft into another aircraft’s “protected zone”. An avoidance vector is added to the minimum distance vector to give the advisory based on maintaining

the protected zone. The concept has been tested using the NLR’s Traffic Organisation and Perturbation Analyzer, which resulted in the NLR team’s conclusion that free flight with airborne separation assurance is “at least as safe” as the current air traffic environment.

The study was part-funded by the US Federal Aviation Administration and undertaken in conjunction with NASA. The US organisations are now using the results to advance their own free flight definition work.

Van Gent says that the second stage of the project is being set up to investigate issues such as “mixed



Simulator watches pilot’s every move

equippage”. This is where various percentages of traffic are assumed to be equipped for ADS-B [Automatic Dependent Surveillance – Broadcast].

Meanwhile, an extra variable will be added to enable aircraft to see others using “new formats” based on existing or new secondary surveillance-type technologies.

Phase two will also fine tune the voltage potential rule, adding additional filters to prevent the “sudden” reactions to conflicts met in phase one.

NLR’S ‘FREE FLIGHT’
ONDERZOEK
GEPUBLICEERD IN
HET LUCHTVAARTBLAD
‘FLIGHT’ VAN MEI 1998

GEDEELTE UIT DE BESCHIKKING VAN DE BEVELHEBBER DER LUCHTSTRIJDKRACHTEN AANGAANDE DE OPRICHTING VAN DE WERKGROEP TACTIEK, GEDATEERD 11 MEI 1971:

“Bij het analyseren en oplossen van operationele problemen wordt in steeds grotere mate gebruik gemaakt van wetenschappelijke benaderingen door toepassing van zgn. operations research (O.R.) technieken. Op beperkte schaal worden sinds kort operationele evaluatie-problemen op deze wijze in eigen beheer door de sectie L3 van de Luchtmachtstaf opgelost, waarbij van de computer van het VAC te Soestduinen gebruik wordt gemaakt. De meer complexe operationele problemen worden niet in eigen beheer uitgewerkt; deze worden uitbesteed aan het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) te Amsterdam. Inschakeling van andere wetenschappelijke instituten behoort tevens tot de mogelijkheden...”



TESTEN BIJ HET NLR
VAN EEN ONBEMAND
VLIEGTUIG (UAV)

LANCEREN VAN
'FLARES' DOOR EEN
CHINOOK HELIKOPTER



de certificatie (aantonen van luchtwaardigheid) van nieuwe configuraties van jachtvliegtuigen met uitwendige lasten. Een aantal jaren is het NLR betrokken bij het project voor de vervanging van de F-16. Ook bij de aanschaf en ingebruikname van helikopters voor de KLu wordt gebruik gemaakt van de NLR-expertise. De introductie van nieuwe helikopters en de bewaking van de levensduur ten behoeve van de Koninklijke Marine levert het NLR veel werk op. Met de bepaling van de start- en landingslimieten van helikopters voor alle typen helikopterdragende marineschepen scoort het NLR niet alleen nationaal maar ook internationaal. Het gaat dan niet alleen om proeven onder allerlei

omstandigheden op zee, maar ook om windtunnelonderzoek. Vanaf de Sikorsky S-51 tot aan de NH90 helikopter heeft het NLR voortdurend technische en operationele ondersteuning geleverd aan de Koninklijke Marine.

Op 23 februari 1965 vindt bij het NLR in Amsterdam de eerste bijeenkomst plaats van een op initiatief van de staatssecretaris van Defensie voor de Koninklijke Luchtmacht ingestelde contact- en adviescommissie, waarin de Koninklijke Luchtmacht en het NLR samenwerken. Deze commissie beoogt om voorstellen te bespreken voor opdrachten waarbij het NLR diensten kan verlenen aan de Koninklijke Luchtmacht.

Ondersteuning van de Koninklijke Luchtmacht bij operationele problemen wordt in 1971 geformaliseerd met de instelling van de Werkgroep Tactiek.

Ultimo 1971 wordt bij het NLR een (Militaire) Operationele Research (MOR) groep opgericht met als taak de ondersteuning van de KLu. Deze groep wordt naderhand uitgebreid met NLR-specialisten in boordsystemen, certificaties en vliegproeven, met als doel de KLu zo goed mogelijk te ondersteunen. Daarmee groeit de groep uit tot een afdeling van 35 medewerkers.

Om systematisch onderzoek mogelijk te maken naar de factoren die van invloed zijn op de overlevingskans en effectiviteit van specifieke KLu-missies, wordt het "Aanval/ Penetratie" computer-simulatiemodel ontwikkeld waarin de vliegbaangeneratie is gebaseerd op de resultaten van vliegproeven met de F-104G en NF-5. Het model bevat ook de simulatie van operaties met verschillende grond/lucht verdedigingssystemen. Vanaf 1980 ondersteunt het NLR de KLu bij de deelname aan de NAVO 'MACE' en 'EMBOW' trials, waarbij de effecten van resp. 'chaff' en 'flares' worden onderzocht. Hierbij wordt als Nederlands radarsysteem de 'Flycatcher' vuurleidingsradar van Nederlandse Signaal gebruikt. De resultaten van de studies worden vertaald in tactieken en opgenomen in het Tactisch Handboek ('Tactical Fighter Manual') voor de NF-5 en F-16, dat door het

NLR in samenwerking met de KLu wordt geproduceerd. Ook worden de resultaten geïmplementeerd in het door NLR ontwikkelde missie planning systeem CAMPAL ('Computer Aided Mission Preparation at Airbase Level').

Bij de invoering van de F-16 speelt het NLR een belangrijke rol in het MOT&E-programma ('Multi-national Operational Test & Evaluation'). In februari 1982 vindt door het 322 Squadron op vliegbasis Leeuwarden de eerste 'TACPOL' oefening plaats, waarin vliegers en bemanningen van grond/ lucht verdedigingssystemen in diverse realistische scenario's gelijktijdig tegen elkaar trainen. Vanaf de tweede 'TACPOL' in augustus 1982 verleent de MOR-groep structureel ondersteuning door registratie van de operaties, analyse van de missies en debriefing. TACPOL zal door toedoen van het NLR de jaren daarna uitgroeien tot het oefenconcept van de KLu, genaamd ICT ('Integrated Combat Training'). Sedert 1985 ondersteunt het NLR de KLu eveneens bij deelname aan internationale oefeningen als RED FLAG (USA) en MAPLE FLAG (Canada). Resultaten van de oefeningen worden verwerkt in de tactische handboeken. Ook ten behoeve van de operaties bij vredesmissies maakt de KLu gebruik van de bij het NLR aanwezige kennis.

Het NLR verzorgt ook lessen tijdens KLucursussen voor F-16 wapeninstructeurs ('Dutch Weapon Instructors Course en Fighter Weapons Instructors Course') en personeel van de inlichtingendienst ('Advanced Tactical and Technological Intelligence Course') en voor luchtmachtcadetten van de Koninklijke Militaire Academie.

Met de aankoop van een geïntstrumenteerde Flycatcher radar en een meetcontainer wordt een faciliteit gerealiseerd voor het uitvoeren van beproevingen van zelfbeschermingsmiddelen ('Electronic Countermeasures Test Facility' / 'Seeker Test Facility'). Onder de naam 'Catch-trials' worden sinds 1997 nationale beproevingen uitgevoerd.

Sinds eind jaren '90 wordt aan de KLu ondersteuning verleend bij de evaluatie van de kandidaten voor de opvolger van de F-16. Tevens wordt deelgenomen aan een haalbaarheidstudie naar een onbemand vliegtuig, de 'Medium Altitude Long Endurance Unmanned Aerial Vehicle' (MALE UAV). Regelgeving (Militaire Luchtvaart Autoriteit) is een prominente plaats gaan innemen bij het NLR.

AVIONICA

De opkomst van de elektronica in de luchtvaart in de jaren '60 en '70 wordt wel beschouwd als de derde dimensie in de ontwikkeling van de luchtvaart (na de ontwikkeling van het vliegtuigcasco en de voortstuwing). De luchtvaartelektronica wordt avionica genoemd.

Op initiatief van prof.ir. T. van Oosterom (leider hoofdafdeling Vliegtuigen van het NLR) en buitengewoon hoogleraar Vliegtuiginstrumentatie aan de Technische Hogeschool

Delft, wordt met ingang van het studiejaar 1979-1980 de afstudeerrichting "Avionica" ingevoerd bij de Afdeling der Elektrotechniek van deze Hogeschool.

Bij deze opleiding krijgen de studenten ook een aantal colleges die worden verzorgd door de afdeling der Luchtvaart- en Ruim-

F-16 TESTVLIEGTUIG 'ORANGE JUMPER'

In 2000 vindt de overdracht plaats door het NLR van een bijzonder vliegproefinstrumentatiesysteem voor de gemoderniseerde F-16: de F-16 MLU ('Mid-Life Update'). De komst van de MLU-versie van de F-16 maakt het nodig om een nieuw – en veel krachtiger – meetsysteem te ontwikkelen voor het nieuwe MLU-testvliegtuig. Met dat systeem moeten de basis-vliegtuigparameters worden gemeten en geregistreerd. Maar ook de specifieke parameters ten behoeve van onderzoek aan vliegprocedures, prestaties tijdens de vlucht, vliegeigenschappen, flutter en belasting op constructiedelen.



WERKEN AAN DE
BEDRADING VAN HET
F-16 TESTVLIEGTUIG
'ORANGE JUMPER'

tevaarttechniek. Er blijkt onder studenten veel belangstelling te bestaan voor deze specialisatie. In 1982 wordt prof. Van Oosterom opgevolgd door prof.ir. F.J. Abbink als buitengewoon hoogleraar Vliegtuiginstrumentatie.

Op een zeer breed gebied is het NLR betrokken bij het ontwerp, testen en implementatie van deze systemen. Dit geldt bij systemen voor de luchtverkeersbeveiliging en bij de avionicasystemen in civiele en militaire vliegtuigen. Maar ook bij de uitvoering en verwerking van vliegproeven en bij de beproeving van avionicasystemen in vluchtsimulators, ATC-simulators en laboratoriumvliegtuigen.

ANTENNEONDERZOEK
AAN DE CHINOOK
HELIKOPTER



EMC LABORATORIUM

Het EMC laboratorium heeft een speciale afgeschermd ruimte met afmetingen van 8mx4,75mx5,5m. De wanden, vloer en plafond zijn voorzien van materiaal, dat de energie van een scala van elektromagnetische uitzendingen absorbeert. Voor het onderzoek van antenneprestaties beschikt het NLR over een Antenne Test Range met een lengte van 160 meter. Deze is in de Noordoostpolder opgesteld en staat in de buitenlucht. Frequenties van 100MHz tot 18GHz kunnen worden gemeten van antennes in vliegtuigen en ruimtevoertuigen maar ook van telecomunicatie antennes.



CRASH SITE WAAR
HET NLR ONDERZOEK
UITVOERT

ELECTRO MAGNETIC
COMPATIBILITY

Elektronische apparatuur produceert in het algemeen een elektromagnetisch veld dat, indien niet goed afgeschermd, ongewenste invloed kan hebben op de juiste werking van andere apparatuur. Deze elektromagnetische interferentie kan vooral in de luchtvaart tot zeer gevaarlijke situaties leiden. Elektronische apparatuur moet voldoen aan strenge eisen wat betreft dit type interferentie. In het Electro Magnetic Compatiblity (EMC) laboratorium van het NLR in de Noordoostpolder worden op dit gebied proeven uitgevoerd. Het gaat hierbij niet alleen om civiele- en militaire opdrachtgevers uit lucht- en ruimtevaart, maar ook om bijvoorbeeld medische en huishoudelijke apparatuur.

ONGEVALLENONDERZOEK
EN VEILIGHEID

Gedurende een aantal jaren levert het NLR een deskundige als vertegenwoordiger aan de Raad voor de Luchtvaart. Het NLR beschikt in haar organisatie over experts die zich richten op verschillende aspecten van het onderzoek van vliegtuigongevallen. In de jaren '70 wordt binnen de hoofdafdeling Vliegtuigen een groep experts gevormd die zich specifiek richt op ongevalenonderzoek. De groep wordt vooral ingezet op verzoek van de KLu bij ongevallen met militaire vliegtuigen. Bij ongevallen met Nederlandse civiele vliegtuigen wordt het NLR incidenteel ingeschakeld voor het uitvoe-

ren van deelonderzoek. Voorheen op verzoek van de RLD, tegenwoordig op verzoek van de Onderzoeksraad voor Veiligheid. De uitkomsten van het onderzoek richten zich, naast het vinden van technische oorzaken, vooral op het voorkomen van toekomstige ongevallen en daarmee op het vergroten van de veiligheid.

Met het oprichten in 2007 van het NLR Air Transport Safety Institute (NLR-ATSI) zet het NLR een volgende stap in haar ambi-

tie de veiligheid in de luchtvaart te helpen verbeteren. Dit instituut dat zich met een eigen NLR-identiteit naar buiten presenteert, studeert op mogelijkheden het vliegen veiliger en efficiënter te maken en adviseert overheden en bedrijven in binnen- en buitenland over vliegveiligheidsvraagstukken. Ook vraagstukken over beveiliging van onderdelen van het gehele luchtvaartsysteem vormen deel van het werk van het instituut.



ADVIES AAN ZWITSERSE
OVERHEID BEZORGT NLR
PUBLICITEIT

Na een aantal vliegtuigongevallen met Zwitserse civiele vliegtuigen in de periode van 1998-2002 wordt het NLR op basis van zijn expertise door de Zwitserse overheid gevraagd een studie uit te voeren naar de organisatie van de luchtvaartveiligheid in Zwitserland. Het NLR rondt deze studie af met een rapport met daarin 28 aanbevelingen om de neerwaartse trend van het veiligheidsniveau om te buigen naar een positieve. De aanbevelingen zijn grotendeels van beleidsmatige en organisatorische aard. Het Zwitserse Ministerie van Transport publiceert het NLR-rapport getiteld 'Aviation Safety Management in Switzerland, Recovering from the myth of perfection' in 2003 op het internet.

RUIMTEVAART

De eerste grootschalige ruimtevaartbijdragen van het NLR (o.a. aan de programma's van ELDO, ANS en IRAS) zijn beschreven door Jan van der Blik in Lit. 1. Vanaf eind jaren '70 is het NLR betrokken bij het onderzoek naar het klotsgedrag van vloeistoffen in gedeeltelijk gevulde tanks in de ruimte en naar de invloed daarvan op de standregeling van satellieten. De eerste tests zijn uitgevoerd aan boord van een KC-135 vliegtuig in een parabolische baan.

Uiteindelijk is onder leiding van het NLR een kleine (129kg) satelliet gebouwd met de naam Sloshtat FLEVO ('Facility for Liquid Experimentation and Verification in Orbit'). Daarin bevindt zich een 87-liter tank gevuld met 33,5kg vloeibaar water. Deze satelliet is, na een aanvankelijk bedoelde lancering door de Space Shuttle van NASA, gemodificeerd en met een Ariane 5 raket van ESA gelanceerd. Hiermee wordt aangetoond dat kleine satellieten voor een relatief laag budget in Nederland kunnen worden gebouwd.

De bemande ruimtevaart wordt voor het NLR steeds belangrijker. De DELTA-missie van André Kuipers wordt in april 2004 door een NLR-team vanaf de grond begeleid. Ook de werkzaamheden van andere astronauten in de Columbus-module van het Internationale Ruimtestation ISS worden door NLR-medewerkers vanuit het Belgisch-Nederlandse User Support and Operations Center (USOC) in Noordwijk begeleid. Dit USOC, gezamenlijk ontwikkeld door het NLR en het Belgische SAS, is verantwoordelijk voor de operaties van het European Drawer Rack in de Columbus-module met maximaal zeven instrumenten. Het NLR ontwikkelt ook een Advanced Crew Terminal voor gebruik door astronauten.

De studies van de robotica en de simulator voor de Hermes robotarm (HSF-P) leiden tot de ontwikkeling van een Mission Preparation and Test Equipment voor de European Robot Arm (ERA) van Dutch Space. Hiermee is het mogelijk om ingewikkelde operaties op het Russische segment van het ISS met de ERA door de kosmonauten voor te bereiden en te oefenen. De activiteiten op het gebied van test- en simulatie, stammend uit de jaren '60, leiden in de jaren '90 tot de ontwikkeling van een Test and Verification Equipment (TVE) voor ESA. Daarna wordt de TVE succesvol door het NLR ingezet voor het testen van de standregelsystemen van de ESA-satellieten XMM-Newton en Integral. Op het gebied van satellietnavigatie neemt het NLR deel aan diverse projecten en aan de definitie van het Europese Galileo-project. Het NLR groeit uit tot een kennis-

trum op het gebied van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van satellietnavigatie, mede door het Galileo-systeem. Na jaren van theoretische studies aan twee-fasenwarmtetransport voert het NLR twee experimenten uit aan boord van de Space Shuttle: Two Phase eXperiment. Het NLR krijgt daarna de leiding over een groot internationaal consortium dat de koeling van het Alpha Magnetic Spectrometer (AMS) op het ISS ontwikkelt.

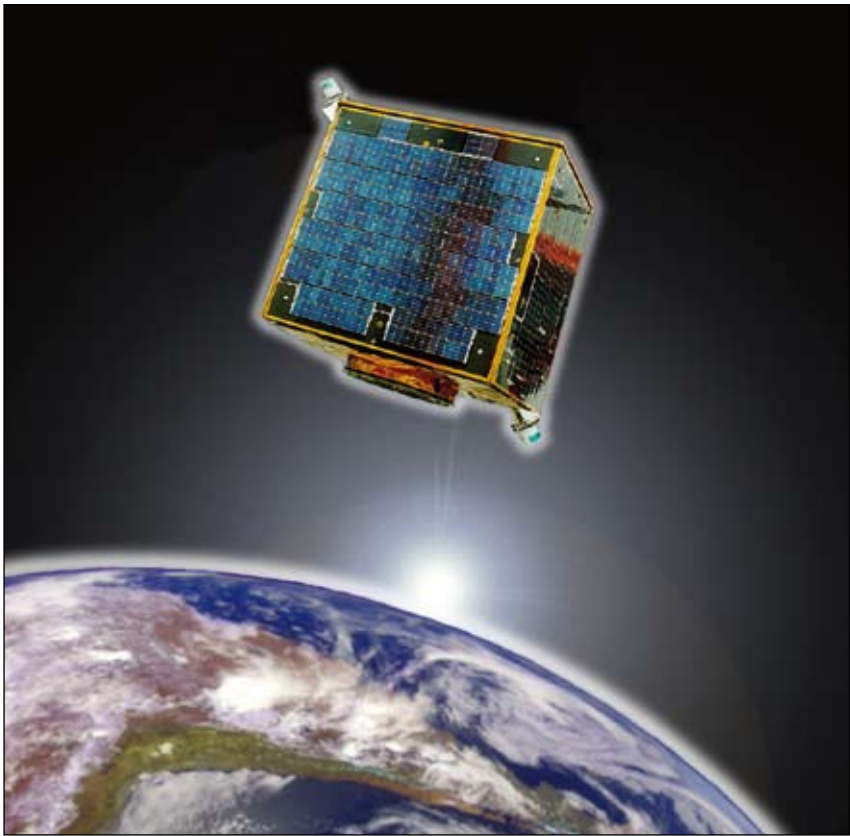
REMOTE SENSING

De eerste ontwikkelingen op het relatief jonge gebied van 'Remote Sensing' (aardobservatie) waarbij het NLR betrokken raakt, zijn van militaire aard. In de jaren '60 is het NLR een van de partijen die betrokken is bij de ontwikkeling van een "laagvlieg" infrarood fotoherkenningssysteem "Orpheus". Dit systeem is ontwikkeld door Fokker, Optische Industrie Oude Delft en NLR. "Orpheus" is uitgebreid getest

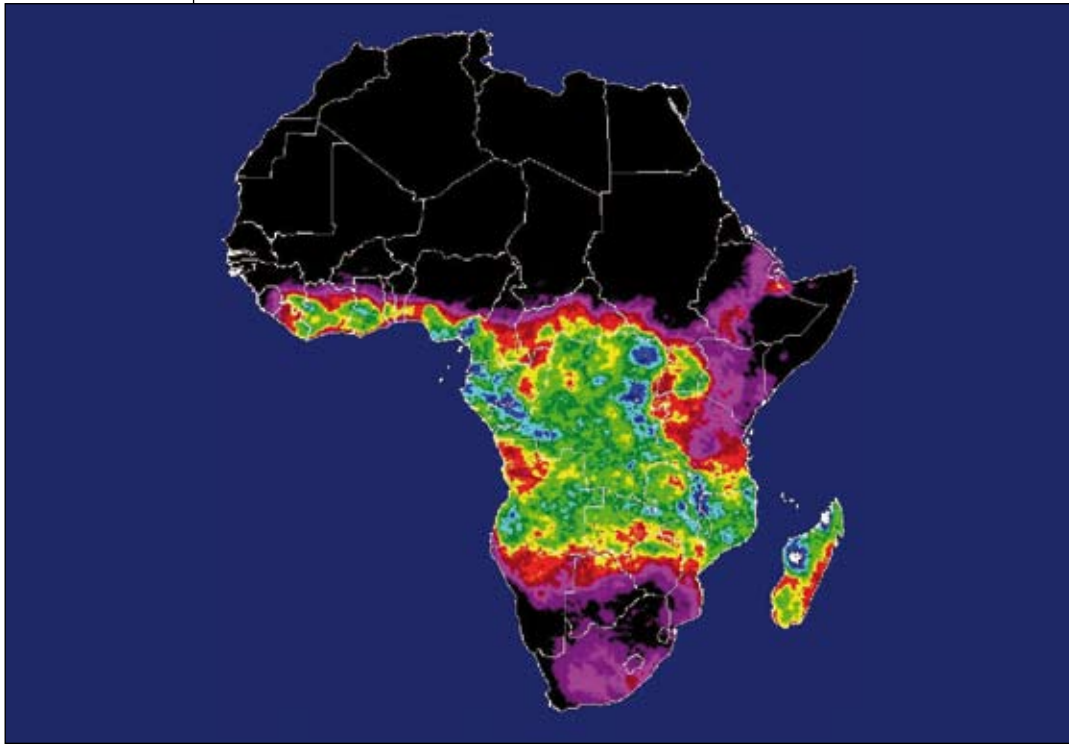
OPLOSSEN VAN KOELINGSPROBLEMEN

In satellieten is steeds krachtiger elektronica geconcentreerd op een steeds kleinere oppervlakte. Koeling van een satelliet wordt daardoor een toenemend probleem. Het NLR ontwikkelt verschillende nieuwe koeltechnieken, bijvoorbeeld gebaseerd op hooggeleidende fibers, koolstofschuim, oscillerende warmtepijpen en micro-warmteverspreiders. Deze nieuwe technieken hebben met elkaar gemeen dat ze in een klein volume een grote koelcapaciteit moeten halen. Het thermisch-vacuüm laboratorium is bedoeld voor het testen van nieuwe warmtetransportsystemen. Daarnaast is het bestemd voor het ontwikkelen van test- en meetopstellingen ten behoeve van thermisch onderzoek voor zover dit niet in projecten kan worden ingebracht. Het NLR onderzoekt, ontwikkelt en test systemen voor warmtehuishouding. Van oudsher heeft het NLR uitgebreide kennis over capillair gepompte koelsystemen zoals 'Heat Pipes' en 'Loop Heat Pipes' en over het ontwerp van dit soort systemen. De uitgebreide ervaring leidt tot spin-offs in luchtvaart en industriële toepassingen, zoals koeling van avionica systemen en vliegende radarsystemen.

onder het Hunter laboratoriumvliegtuig. Daarna is het toegepast onder vele F-104G vliegtuigen en de F-16 vliegtuigen van de KLu. Pas bij de operaties in Bosnië, waar op grotere hoogten gevlogen moest worden, is "Orpheus" vervangen door het door het NLR ontwikkelde "Medium Altitude Reconnaissance System" (MARS). De met "Orpheus" opgedane 'Remote Sensing' kennis vormt de start van een lange serie 'Remote Sensing' proeven met optische, infrarode en radarsensoren onder de laboratoriumvliegtuigen van het NLR.



SLOSHSAT FLEVO



TIENDAAGSE NEER-
SLAGCOMPOSITIEKAART
VAN ARTEMIS
VAN ROOD, VIA GEEL,
GROEN EN BLAUWE
NEEMT DE NEERSLAG-
HOEVEELHEID TOE

Bij het NLR is lange tijd aan ‘Remote Sensing’ (aardobservatie) vanuit vliegtuigen gewerkt ten behoeve van onderzoek naar meettechnieken. Er is ook onderzoek gedaan naar meetbare grootheden en demonstratie van de mogelijkheden door middel van het ontwerpen, realiseren en toepassen van meetsystemen. In Nederland is voor dit soort onderzoek al tijd met wetenschappers en gebruikers van verschillende organisaties samengewerkt, o.a. Rijkswaterstaat, TNO, TU Delft, Universiteit Wageningen, NIWARS, BCRS en NIVR.

Na de door Jan van der Bliek [13] beschreven ontwikkelingen op het gebied van aardobservatie heeft zich de laatste decennia een verschuiving voltrokken van ontvangst, bewerking en distributie van satellietgegevens naar ondersteuning van

de “value adding” industrie. De accenten liggen eerst vooral bij datacompressie en -transmissie, later komen de grondstations en de distributie. Het mobiele grondstation RAPIDS (‘Real-time Acquisition and Processing Integrated Data System’) wordt o.a. gedemonstreerd op locatie bij diverse gebruikers, zoals bij het Ministerie van Defensie, in Indonesië en Bangladesh.

In de jaren ‘70 en ‘80 krijgen andere dan militaire instanties voor het eerst toegang tot satellietbeelden. Deze toegang heeft echter een zeer hoge drempel omdat het (in die periode) uiterst lastig is om met digitale bestanden van 100 megabyte en meer om te gaan.

In de jaren ‘80 ontwikkelt het NLR een aantal satellietgrondstations voor ‘real-time’ ontvangst en verwerking van aardobservatiegegevens. Voor Indonesië (COSMOSS) en het KNMI (KOSMOSS) zijn grondstations voor meteorologische toepassingen ontwikkeld. Dit zijn grondstations van de ‘National Oceanic and Atmospheric Administration’ in de Verenigde Staten (NOAA).

Een bijzonder systeem is ARTEMIS (‘Africa Real-Time Environmental Monitoring using Imaging Satellites’) voor de ‘Food and Agriculture Organization of the United Nations’ (FAO), dat maar liefst twintig jaar (1987-2007) operationeel is geweest. Dit grondstation is samen met NASA-GSFC en de Universi-

ANDERE
TOEPASSINGEN
MET “ORPHEUS”

De KLu heeft vliegtuigen voorzien van het “Orpheus” systeem soms ingezet voor niet-militaire doeleinden. Voorbeelden daarvan zijn het voor Justitie helpen opsporen van slachtoffers van geweldsmisdrijven en bij hoge waterstanden het nagaan waar de dijken lekken.

teit van Reading ontwikkeld. Het is in staat NOAA en METEOSAT data te ontvangen en verwerkt deze volledig geautomatiseerd tot 10-daagse vegetatie- en neerslagcomposietkaarten van Afrika. Deze informatie is gebruikt door de landbouwexperts van de FAO om op een objectieve manier zicht te krijgen op de vegetatieontwikkelingen, of juist het ontbreken hiervan, om op deze manier tijdig voedselhulp te kunnen initiëren. De neerslaggegevens vormen de indicatoren voor de volgende 10-daagse periode van de vegetatieontwikkelingen.

De ARTEMIS informatie is in de loop der jaren steeds meer gebruikt voor ‘early warning’ doeleinden op verschillende toepassingsgebieden. Niet allen op het FAO hoofdkwartier in Rome, maar ook in regionale centra en op landenniveau in Afrika. De meest opvallende toepassing was die voor de vroege detectie van de ontwikkeling van woestijnsprinkhanenplagen. ARTEMIS heeft hiermee naar schatting van de FAO tienduizenden mensenlevens gespaard.

ARTEMIS HEEFT
HIERMEE NAAR
SCHATTING
VAN DE FAO
TIENDUIZENDEN
MENSENLEVEN
GESPAARD.

Buiten het meteorologische toepassingsgebied is ARTEMIS het enige volledig automatische en operationele grondstation op aarde en heeft tijdens haar bestaan media aandacht gekregen van vrijwel alle landen.

Als eind jaren ‘70 de satellietbeelden mondjesmaat toegankelijk worden voor civiele instanties neemt het NLR door middel van het National Point of Contact (NPOC) de distributietaak op zich zodat niet iedere Nederlander het lastige proces van het aankopen hoeft te doorlopen. Vele gerenommeerde organisaties (Shell, TNO, diverse ministeries) maken dankbaar gebruik van het NPOC om hun satellietbeelden aan te kopen.

Eind jaren ‘90 is de distributie van satellietbeelden toe aan een meer commercieel traject. Dat leidt er toe dat het NLR een van de partijen is die het bedrijf Geoserve B.V. opstart (zie hoofdstuk 5, Organisatie).

‘SPIN OFF’

Onder ‘spin off’ wordt verstaan het proces waarbij grote en kleine bedrijven profiteren van de bij het NLR opgedane kennis die is opgedaan in projecten welke oorspronkelijk zijn gericht op de luchtvaart en de ruimtevaart.

Behalve kennis speelt in dat proces vaak ook de inzet van onderzoeksfaciliteiten, apparatuur en software een rol. Naast kennisoverdracht voor het ontwikkelen en produceren van producten houdt het NLR zich ook bezig met het overdragen van kennis ten behoeve van het technisch wetenschappelijk onderwijs. Zo vervullen diverse medewerkers onderwijstaken aan universiteiten en hogescholen. Een aantal van hen wordt aangesteld als deeltijd-hoogleraar aan de TU-Delft.

Een greep uit projecten vermeld in de brochure “De betekenis van het NLR voor Nederland” uit 1995:

- **BRUGGEN:** berekening van het trillingsgedrag van bruggen
- **WINDTUNNELBOUW EN WINDTUNNELINSTRUMENTATIE:** ontwerp van windtunnels, meetsystemen en kalibratiefaciliteiten
- **WINDTURBINES:** berekening van de constructie van de turbinebladen op grond van optredende piek- en vermoeiingsbelastingen; reduceren van het door de turbinebladen geproduceerde geluid
- **BEWEGINGSMECHANISMEN VOOR SIMULATOREN:** het opstellen van de technische specificaties om een bewegingsmechanisme te bouwen dat aan hoge eisen moet voldoen
- **ONTWERPEN VAN CRASH TUBES:** dit zijn onderdelen in het onderstel van een helikopter die bij een harde (nood)landing veel energie absorberen.
- **COATINGS VOOR GASTURBINES:** het NLR is geleidelijk de functie van technologisch centrum voor gasturbinematerialen gaan vervullen voor verschillende onderhoudsbedrijven van gasturbines

De grote beproevingen van een nieuw vliegtuigtype (F.27, F.28, Fokker 50, Fokker 100, Fokker 70), uiteraard in jaren fors van elkaar gescheiden, geven steeds een enorme impuls aan de ontwikkeling van de meet- en verwerkingstechnieken. Dit gaat gepaard met een grote inspanning in een intensief testprogramma gedurende een beperkte periode.

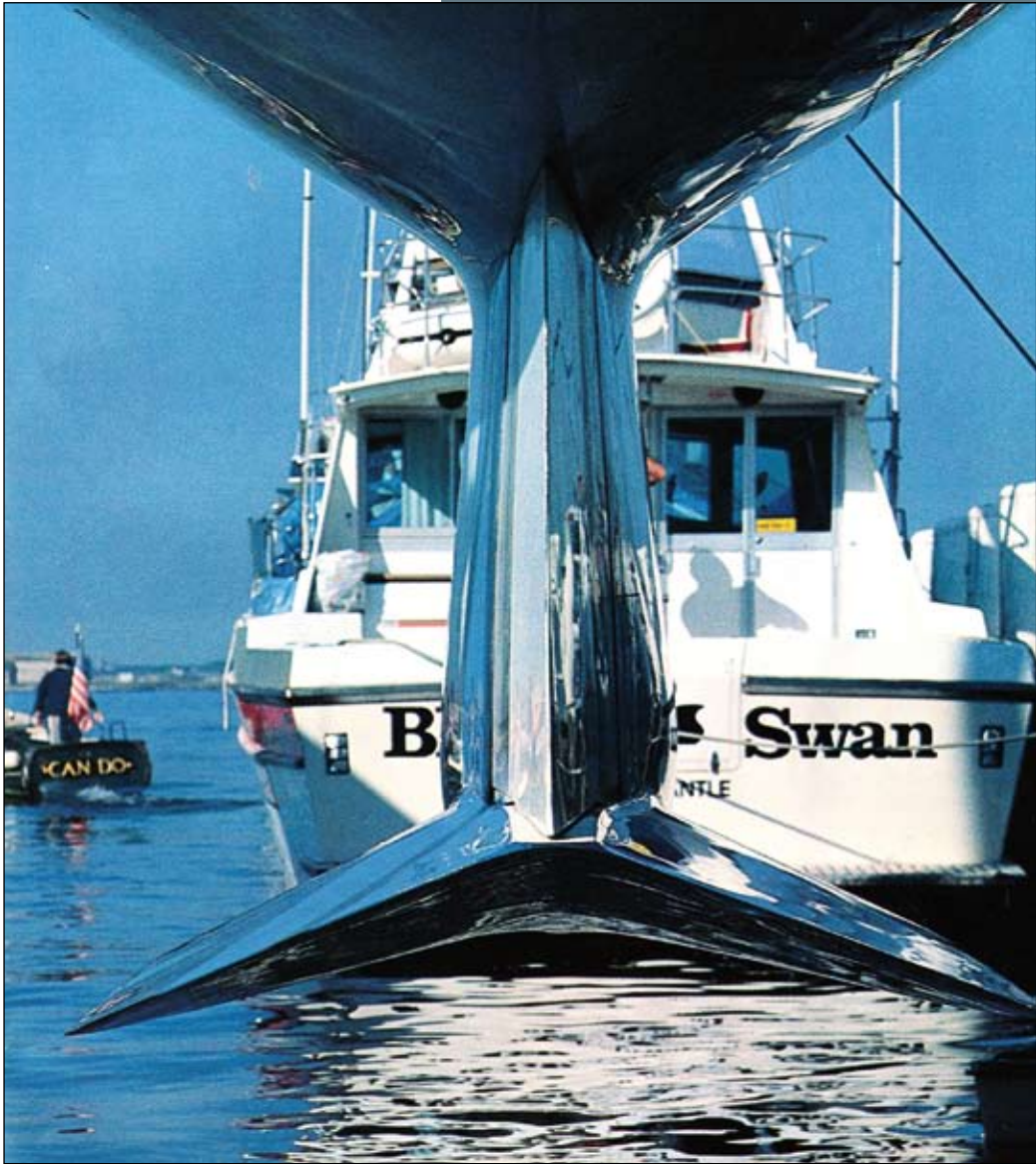
Omdat alle instrumentatie in beheer blijft bij het NLR, ontstaat de mogelijkheid om deze instrumentatie ook in te zetten voor metingen met vliegtuigen en helikopters van de KLu, de Koninklijke Marine, diverse Luchtvaartmaatschappijen en de NLR la-

boratorium vliegtuigen. De kennis die wordt opgedaan met de ontwikkeling van de nieuwste meettechnieken vindt weer toepassing in de ontwikkeling van Remote Sensing apparatuur die eerst wordt beproefd in vliegtuigen alvorens in satellieten te worden toegepast.

De meettechnieken in vliegtuigen bevinden zich aan de grens van het technologisch mogelijke. Daarom wordt er regelmatig een beroep op gedaan bij metingen op andere gebieden zoals in (hoge-snelheids) treinen, op bruggen om het trillingsgedrag te bepalen, voor kalibreren van radiobakens, beproeving van de eerste satellieten voor positiebepaling (“GPS”), etc.

BEREKENING EN ONTWERP VAN DE
KIEL VAN EEN ZEILJACHT

Het NLR heeft een omvangrijke kennis op het gebied van (toegepaste) stromingsleer. Behalve windtunnelmetingen is het NLR nauw betrokken bij het onderzoek op het gebied van de theoretische aërodynamica, waarbij de rol van de computer onmisbaar is (Computational Fluid Dynamics, CFD). Omstreeks 1980 wordt het NLR ingeschakeld bij de ontwikkeling van de kiel van een 12 meter lang jacht dat meedingt naar de America’s Cup tijdens een race georganiseerd door de New York Yacht Club. Deze race was gedurende haar bestaan van 132 jaar altijd gewonnen door Amerikanen, maar een Australische jachteigenaar wil met een nieuw ontwerp, de Australia II, trachten deze reeks overwinningen te doorbreken. De inschakeling van het NLR leidt tot een revolutionair ontwerp voor de kiel van het jacht, een kiel gebaseerd op hetzelfde principe als de tipvleugel (winglet) van moderne verkeersvliegtuigen. Hierdoor ontstaan aanzienlijk betere eigenschappen voor wat betreft de dwarskracht op de kiel en de weerstand van de totale configuratie. De Australia II wint de America’s Cup in 1983. De uitstraling naar andere jachtontwerpers was enorm. Thans ziet men de vleugelkiel veelvuldig toegepast worden bij allerlei jachten.

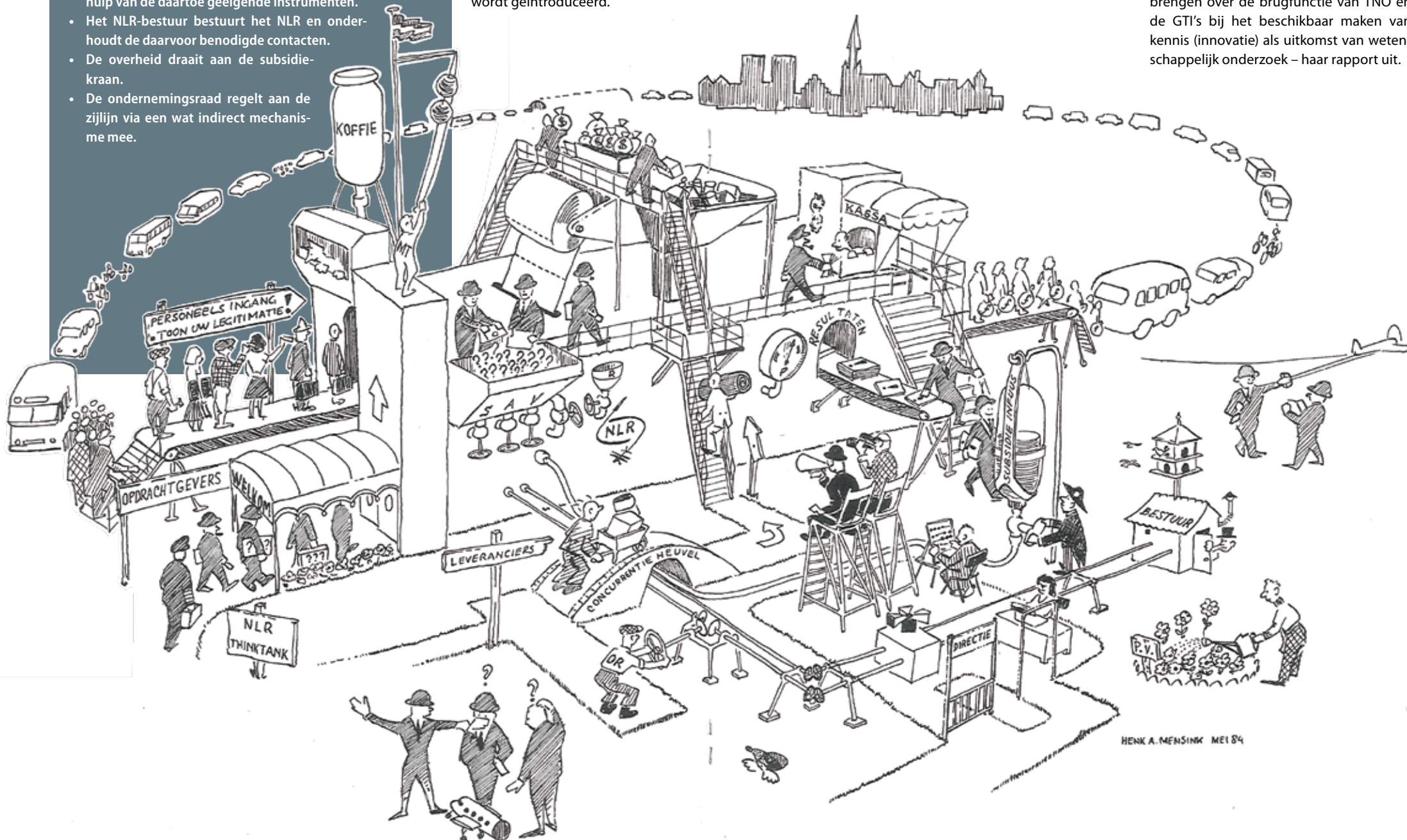


KIEL VAN HET ZEILJACHT AUSTRALIA II

DE NLR-MACHINE

De tekening toont drie stromen: de opdrachtgevers, de personeelsleden en de leveranciers.

- Opdrachtgevers komen de NLR-'thinktank' binnen met hun praktijkproblemen, die vervolgens ter oplossing over de hoofdafdelingen S, A, V en R worden verspreid. Daarna nemen ze tegen betaling de resultaten van het NLR-onderzoek (neergelegd aan de lopende band geproduceerde rapporten) in ontvangst, waarna ze deze resultaten gaan toepassen.
- Personeelsleden vertrekken 's-ochtends van huis, komen het NLR binnen door de personeelsingang (na legitimatie) en houden, gelaafd met koffie, de NLR machine draaiende. 's-Avonds vertrekken ze, voorzien van hun salaris, naar huis. Het Management Team hijst de stormbal. De Personeelsvereniging zet de bloemetjes buiten.
- Leveranciers bieden hun goederen en diensten aan, deponderen deze bij het NLR en verlaten het bedrijf aan de achterkant met geld.
- De directie bewaakt en bestuurt het bedrijfsproces met behulp van de daartoe geëigende instrumenten.
- Het NLR-bestuur bestuurt het NLR en onderhoudt de daarvoor benodigde contacten.
- De overheid draait aan de subsidiekraan.
- De ondernemingsraad regelt aan de zijlijn via een wat indirect mechanisme mee.



VERANDERENDE RELATIE TUSSEN OVERHEID EN NLR

Omdat zowel aan de kant van de overheid als aan de kant van het NLR behoefte ontstaat aan meer flexibele afspraken met betrekking tot het afrekenen van de jaarlijkse overheidsbijdragen, wordt in december 1992 een Convenant tussen de overheid en het NLR afgesloten.

Hierin wordt vastgelegd dat door het NLR een "egalisereserve" mag worden aangehouden, bestemd voor het opvangen van jaarlijkse schommelingen in de exploitatie van het NLR (daarom ook wel "schommelfonds" genoemd). Ook worden nieuwe afspraken gemaakt m.b.t. de verschillende beleidsdocumenten, waarbij ook het opstellen van vijfjaarlijkse Strategieplannen wordt geïntroduceerd.

In 2002 besluit de overheid over te gaan tot het beëindigen van de tekortfinanciering. Reden hiervoor is het nieuwe overheidsbeleid, gericht op het beëindigen van "open einde financieringen" en op het terugtrekken uit de besturen van door de overheid (mee)gefinancierde organisaties. De Wet NLR wordt dienovereenkomstig aangepast.

GROTE TECHNOLOGISCHE INSTITUTEN (GTI'S)

In Nederland hebben een aantal kennisinstellingen de status van Groot Technologisch Instituut (GTI), te weten:

- Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR)
- Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)
- Maritime Research Institute Netherlands (MARIN)
- Deltares, waarin het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en GeoDelft (GD) als voormalige GTI's zijn samengevoegd met delen van TNO en Rijkswaterstaat

Deze kennisinstellingen zijn samen met TNO gericht op het toepasbaar maken van fundamentele kennis. Dit gebeurt door onderzoek te verrichten voor – en diensten te leveren aan – de overheid, het bedrijfsleven en de maatschappelijke instellingen. Naast een directe financiering door hun opdrachtgevers, ontvangen de GTI's ook subsidie van de overheid.

Dit betekent een verzelfstandiging van het NLR, dat daarmee zelf verantwoordelijk wordt voor het (kunnen) opvangen van tegenvallers.

In 2004 brengt de Commissie Wijffels – door de overheid gevraagd advies uit te brengen over de brugfunctie van TNO en de GTI's bij het beschikbaar maken van kennis (innovatie) als uitkomst van wetenschappelijk onderzoek – haar rapport uit.

Voor de relatie overheid/NLR zijn de volgende aanbevelingen relevant:

- GTI's moeten optreden als "zelfstandige kennisondernemingen"
- het NLR moet worden gezien als een taakorganisatie, niet als een marktorganisatie
- er moet sprake zijn van een scherpe omschrijving van (kennis)vragen (vraagarticulatie) door de overheid, die daarvoor ook de noodzakelijke kennis in huis moet hebben

Terwijl de vraagarticulatie door de overheid voorheen plaatsvond door middel van de eerdergenoemde Werkplanbesprekingen, geschiedt deze thans in de Taakgroep NLR, waarin de vier bij het NLR betrokken departementen (Verkeer en Waterstaat, Defensie, Economische Zaken en Onderwijs, Cultuur en Wetenschap) zitting hebben.

De meerjarenprogramma's die door de Taakgroep NLR worden vastgesteld zijn het resultaat van intensief en constructief overleg met de direct betrokkenen bij de genoemde departementen.

In 2006 vindt een aanpassing plaats van de NLR-statuten aan het meer zelfstandige karakter van het NLR. De verantwoordelijkheid voor "het besturen" van de Stichting NLR verhuist van het Bestuur (met daarin meerdere door de eerdergenoemde departementen benoemde leden) naar de Directie, te benoemen door de Raad van Toezicht.

De leden van de Raad van Toezicht worden benoemd door de minister van Verkeer en Waterstaat. Bijlage 3 bevat enkele relevante artikelen uit de aangepaste statuten.

In 2009 wordt begonnen aan de herziening van het Convenant van 1992, waarbij ook de (oude) Beheersovereenkomst zal worden meegenomen. Het gaat hierbij om de afronding van de verzelfstandiging van het NLR, die is begonnen in 2002. Daarnaast zal de Wijffels-systematiek, inclusief de afspraken met betrekking tot de financiering van het vraaggestuurd onderzoek worden geïmplementeerd.



NLR'S MEEST RECENTE STRATEGIEPLAN (2005-2009)

Zodra de desbetreffende Ministeriële Regeling zal zijn vastgesteld, is sprake van een geheel geactualiseerd fundament onder de voor het NLR zo belangrijke relatie met de overheid.

DE SITUATIE TOT 1993

Tot 1993 ontving het NLR van de overheid jaarlijks – naast een investeringsbijdrage – een "bijdrage in het exploitatietekort", aldus het desbetreffende artikel in de begroting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Deze omschrijving hield verband met de Wet NLR, waarin gesproken werd over een "jaarlijkse bijdrage aan de Stichting, tot een zodanig bedrag als nodig is om (...) een sluitende exploitatie te verkrijgen." Deze "tekortfinanciering" was bestemd voor het doen van wetenschappelijk onderzoek voor de overheid. In het bijzonder de Ministeries van Verkeer en Waterstaat, van Defensie, van Economische Zaken en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. Jaarlijks vonden zgn. Werkplanbesprekingen plaats. Daarin werd afgesteld welk onderzoek in het komende jaar ten behoeve van de overheid zou worden uitgevoerd.

Als uitvloeisel van de Wet NLR was er ook een Beheersovereenkomst waarin verschillende voorschriften waren opgenomen, o.a. met betrekking tot het aan de overheid ter goedkeuring voorleggen van concept begrotingen.

Het gevolg van de tekortfinanciering was wel dat indien het in de NLR-begroting opgenomen bedrag (dat correspondeerde met het bedrag in de VenW-begroting) niet volledig was besteed, het overschot terugvloeyde naar de overheid. Was er sprake van overschrijding van de begroting, dan werd het verschil door Verkeer en Waterstaat betaald, maar in de praktijk direct gekort op het budget voor het volgende jaar; overigens is dit slechts een enkele keer voorgevallen.

**“ALS ER ÉÉN VOERTUIG IS WAARVAN DE BESTURING ENIGSZINS OP
DIE VAN EEN Vliegtuig LIJKT, DAN IS HET DE FIETS”**

– Prof.dr.ir. O.H. Gerlach, 1989



ORGANISATIE

Bestuurlijk gezien neemt de afstand tot de overheid af. Verandering in taken en het ontstaan van nieuwe vakgebieden leiden tot aanpassingen in de organisatie waardoor de personeelsomvang tijdelijk zelfs de 900 overschrijdt. In de tweede vestigingsplaats in de Noordoostpolder verrijzen gebouwen en onderzoeksfaciliteiten. Het faillissement van Fokker in 1996 gaat niet aan het NLR voorbij. In 2004 ontstaat een aanzienlijk gewijzigde NLR-organisatie en een forse reductie van de personeelsomvang.

5 ORGANISATIE

De groei van het aantal medewerkers tot 1937 is beperkt tot 50. De RSL heeft in 18 jaar tijd ongeveer 500 manjaar aan werk opgeleverd. In de daaropvolgende NLL-periode van 24 jaar neemt het aantal medewerkers toe tot 400. Het NLR telt in 2008 685 medewerkers.

Het aantal medewerkers over de afgelopen 90 jaren is hierbij grafisch weergegeven. Over de periode tot 1930 zijn de jaarlijkse cijfers niet goed bekend. Opmerkelijk zijn de groei-perioden kort na de Tweede Wereldoorlog (door de overheidsstimulering luchtvaartsector) en de jaren '93 tot '95 (door de toename van de omvang van projecten op het gebied van vliegtuiggebruik). Opvallend zijn daarnaast zijn ook de sterke neerwaartse tendensen na beide groeiperioden.

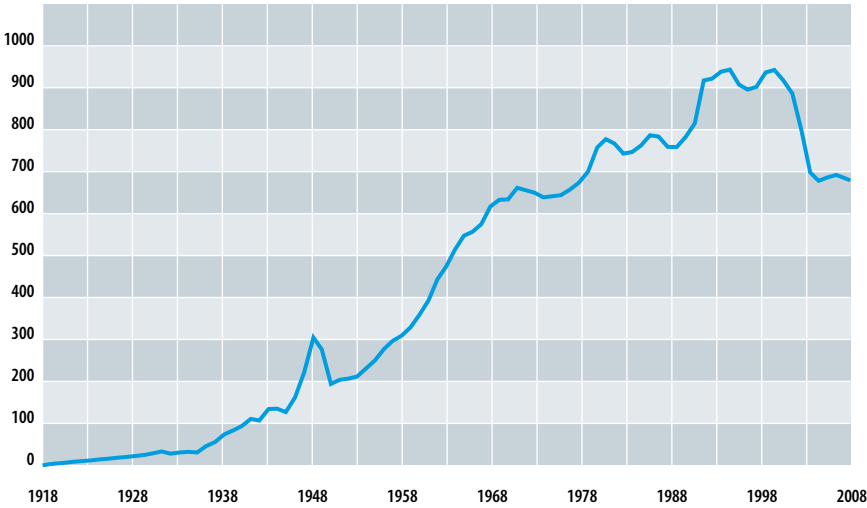
CENTRALE HAL
VESTIGING
AMSTERDAM

DE VERTEGEN-
WOORDIGING VAN
DE OVERHEID IN DE
RESP. BESTUURS-
ORGANEN VAN
HET LABORATORIUM
IS GEDURENDE
LANGE TIJD GROOT.

BOUWEN VAN DE
MOTORPROEFBANK
(1919)



OVERZICHT AANTAL MEDEWERKERS



In de 90 verstreken jaren hebben achtereenvolgens acht algemeen (of wetenschappelijk) directeuren leiding gegeven aan het laboratorium. Daarvan was Wolff het langst in functie (1918-1940). Intern is de organisatiestructuur steeds aangepast

aan de eisen die worden gesteld aan een zich snel ontwikkelend en groeiend onderzoekslaboratorium.

Het NLR is betrokken bij de oprichting van een aantal andere ondernemingen.

RIJKSSTUDIEDIENST VOOR DE LUCHTVAART (RSL) 1918-1937



PROF. L.A. VAN ROYEN



PROF.DR. E. VAN EVERDINGEN



IR. J. BLACKSTONE

COMMISSIE VAN ADVIES Op 22 maart 1920 opent de voorzitter (prof. Van Royen) de eerste vergadering van de Commissie van Advies en installeert de commissieleden (vertegenwoordigers van de Ministeries van Oorlog, Waterstaat, Koloniën, Binnenlandse Zaken, Marine en Onderwijs en van het KNMI, alsmede van de KNVvL en de Luchtvaartafdeling). Tot medio 1936 vergadert deze commissie 36 maal en verandert

regelmatig van samenstelling. De Commissie heeft o.a. tot taak de minister van Waterstaat te adviseren over zaken die de RSL raken. Vrijwel altijd woont de directeur op uitnodiging de vergaderingen bij. Uit de notulen van deze vergaderingen blijkt dat regelmatig wordt gesproken over dezelfde thema's: de positie en taken van de RSL, begrotingen, bezuinigingsmaatregelen, personeel en salarismaatregelen.

NAAM VOORZITTER	BENOEMING	AFGETREDEN
Prof. L.A. van Royen	1919 of 1920	1924
Prof.dr. E. van Everdingen	1924	1932
Ir. J. Blackstone	1932	1937

DIRECTIE

NAAM DIRECTEUR	FUNCTIE	BENOEMING	AFGETREDEN
Dr.ir. E.B. Wolff	Directeur	1918	(1940)
Ir. A.G. von Baumhauer	Onderdirecteur	1921	1931

STICHTING NATIONAAL LUCHTVAARTLABORATORIUM (NLL) 1937-1961

BESTUUR Het bestuur bestaat in 1937 uit leden benoemd door de Ministeries van Waterstaat, Defensie, Koloniën, Handel, Nijverheid en Scheepvaart, Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en Financiën. Daarnaast leden benoemd door de Vereniging van Nederlandsche Vliegtuigfabrikanten, de N.V. Koninklijke Luchtvaart Maatschappij

voor Nederland en Koloniën, de N.V. Koninklijke Nederlandsch-Indische Luchtvaart Maatschappij en de Koninklijke Nederlandsche Vereeniging voor Luchtvaart (KNVvL) en de Nederlandsche Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek ten behoeve van Nijverheid, Handel en Verkeer (Nijverheidsorganisatie TNO).

NAAM VOORZITTER	BENOEMING	AFGETREDEN
Ir. J. Blackstone	1937	1950
Prof.dr.ir. H.J. van der Maas	1950	(1971)

AFDELINGEN De RSL is vanaf 1921 georganiseerd in 4 afdelingen:

- Vliegtuigen (vanaf eind 1929 onderverdeeld in Afdeling A voor onderzoek met behulp van vliegproeven en Afdeling B voor het onderzoeken van vliegtuigconstructies)
- Aërodynamisch laboratorium (voor onderzoek naar krachten op in een luchtstroom geplaatste lichamen door middel van een windtunnel)
- Materiaalonderzoek (voor onderzoek en beproeving van eigenschappen van verschillende materialen in motoren en vliegtuigen)
- Motoren (voor onderzoek naar de eigenschappen van vliegtuigmotoren op een motorproefstand).



DR.IR. E.B. WOLFF
(LINKS) EN IR. A.G. VON
BAUMHAUER

VAN "AFDEELINGEN" NAAR SECTIES

In 1937 wordt de Motorenafdeling opgeheven en verhuizen de activiteiten van de Vliegtuigenafdeling B naar de nieuwe Sterkteafdeling.

In 1943 vindt door diversificatie van activiteiten een reorganisatie plaats die leidt tot secties en afdelingen per sectie. Aanvankelijk is het NLL dan georganiseerd in vier secties: Aërodynamica, Materialen, Sterkte en Vliegtuigen.



AFSCHEID VAN
PROF.DR.IR. H.J. VAN
DER MAAS (MIDDEN)
IN 1940

AFSCHEID VAN PROF. VAN DER MAAS
VAN HET NLL

Op 26 juli 1940 neemt het NLL-personeel afscheid van prof. Van der Maas die benoemd is tot hoogleraar aan de TH-Delft. Het afscheid vindt plaats in het windtunnelgebouw en er zijn speeches met een muzikale omlijsting. Tijdens de toespraak van de nestor van de ingenieurs, ir. S. Wynia, richt deze zich tot Van der Maas met de volgende woorden: “Als ik je een raad mag geven: ons heb je dikwijls met geeselen gekastijd, kastijd je a.s. pupillen niet met schorpioenen. Van hen te verlangen dat ze achter een kopje thee ‘s avonds een rapport lezen en becritisieren zal hun heusch te zwaar vallen”.

DIRECTIE

NAAM DIRECTEUR	FUNCTIE	BENOEMING	AFGETREDEN
Dr.ir. E.B. Wolff	Directeur	(1918)	1940
Ir. C. Koning	Wetenschappelijk directeur	1940	1951
J.L. Chaillet	Commercieel directeur	1940	1945
Jhr. F.C. Beelaerts van Blokland	Commercieel directeur	1945	1950
Prof.dr. C. Zwikker	Directeur	1952	1956
Ir. A. Boelen	Waarnemend directeur	1953	(1967)
Ir. A.J. Marx	Directeur	1956	(1971)
J.C. Viven	Controller	1957	(1976)



IR. C. KONING



PROF.DR. C. ZWIKKER



JHR. F.C. BEELAERTS VAN
BLOKLAND



IR. A. BOELEN

NAAR EEN TWEEDE VESTIGING

Het NLR-bestuur besluit in 1957 tot de aankoop van een terrein in de Noordoostpolder van 104 ha (200 maal groter dan het terrein in Amsterdam!). Eind 1958 werken daar de volgende personen (in volgorde van aankomst): Joost Scholten, Mac Reitsma, Wim Derksen en Bas Munniksma. Van deze “pioniers” hebben Derksen en Munniksma tot hun Vut-gerechtigde leeftijd bij het NLR gewerkt. De eerste faciliteit is de rotorproefdraaiplaats, ook genoemd draaiende proefstand, voor het beproeven van de door de firma Kromhout gefabriceer-

de motoren van de Kolibrie helikopter. De plaats wordt vanwege het optredende lawaai slim gekozen, de meest afgelegen plaats ten opzichte van de omliggende – ver weg gelegen – bebouwing. Als één van de eerste gebouwen verrijst de zogenaamde Landbouwschuur, later Sterktehal genoemd. De eerste jaren worden daarin vermoeiingsproeven uitgevoerd, later gevolgd door ware-grootte proeven aan vliegtuigconstructies. Van 1958 tot 2009 neemt het aantal NLR-medewerkers in de Noordoostpolder toe tot 377.



HET TERREIN IN DE NOORDOOSTPOLDER OMSTREEKS 1960...

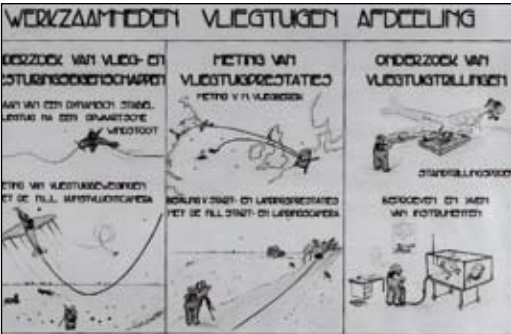


EN IN 2008

In 1947 komt daar de sectie “Flutter en algemene stromingsleer” bij gevolgd in 1953 door de secties “Verbranding”, “Hefschroefvliegtuigen” en “Vrij vliegende modellen”, terwijl de secties “Materialen” en “Sterkte” worden samengevoegd. In 1955 komt daar de sectie “Gasdynamica” bij, in 1957 de sectie “Transsone aërodynamica” en in 1958 de sectie “Wiskundige berekeningen en numerieke problemen”. Inmiddels is dan de naam van de sectie “Flutter en algemene stromingsleer” veranderd in sectie “Aëroelasticiteit en trillingen”.



AÉRODYNAMISCHE AFDELING



VLEGTUIGENAFDELING



MATERIELENAFDELING



STERKTEAFDELING

STICHTING NATIONAAL LUCHT- EN
RUIMTEVAARTLABORATORIUM (NLR)
1961-2006

BESTUUR Het bestuur bestaat in 1961 uit leden benoemd door de Ministeries van Verkeer en Waterstaat, Defensie, Economische zaken en Financiën. Daarnaast uit leden benoemd door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart, de N.V. Koninklijke Nederlandse Vliegtuigenfabriek

Fokker, de Maatschappij voor Vliegtuigbouw Avirolanda N.V., de N.V. Koninklijke Luchtvaart Maatschappij, de Nijverheidsorganisatie TNO en de PTT. Gedurende de periode van 1962 tot 2006 vinden de volgende mutaties plaats bij het voorzitterschap van het NLR-bestuur:

NAAM VOORZITTER	BENOEMD	AFGETREDEN
Prof.dr.ir. H.J. van der Maas	(1950)	1971
Prof.dr.ir. O.H. Gerlach	1971	1991
J. van Houwelingen	1991	2005
Drs. A. Kraaijeveld	2005	



PROF.DR.IR.
H.J. VAN DER MAAS



PROF.DR.IR.
O.H. GERLACH



J. VAN HOUWELINGEN



DRS. A. KRAAIJEVELD

DIRECTIE Gedurende de periode van 1962 tot 2006 vinden de volgende mutaties plaats in de NLR-directie:

NAAM DIRECTEUR	FUNCTIE	BENOEMD	AFGETREDEN
Ir. A.J. Marx	Algemeen directeur	(1956)	1976
Ir. J. Boel	Adjunct-directeur	1967	1971
J.C. Viven R.A.	Controller	(1957)	1976
Ir. J.A. van der Blik	Adjunct-directeur	1971	
	Algemeen directeur	1976	1988
Ir. B.M. Spee	Adjunct-directeur	1976	
	Algemeen directeur	1988	2001
J.A. Verberne R.A.	Controller	1976	1997
Ir. F.J. Abbink	Adjunct-directeur	1988	
	Algemeen directeur	2005	
Ir. F. Holwerda	Algemeen directeur	2001	2005
Drs. L. Esselman	Financieel directeur	1997	



Bij het 40-jarig jubileum van de stichting NLR, in 1977, vermeldt bestuursvoorzitter prof. Gerlach dat “de voor onze instelling gekozen vorm van een stichting met een – in beginsel – zelfstandige positie een historische proef van 40 jaren heeft doorstaan. Juist door die rechtsvorm zijn mogelijk geworden: de doelmatige bundeling van belangen op een gebied van geavanceerde techniek en de voor deze onderneming commercieel wenselijke slagvaardigheid”.

In 1987 wordt door het bestuur stilgestaan bij het 50-jarige bestaan van de stichting NLR. Bij die gelegenheid verschijnt een NLR-publicatie met de namen van bestuursleden en hun zittingsduur uit de periode 1937-1987 [15]. Met het aftreden van prof. Gerlach wordt tevens het in Delft aanwezige bestuursbureau met acht medewerkers opgeheven. Dit bureau is gesticht in 1953 op verzoek van prof. Van der Maas. De meeste van deze medewerkers vinden in de NLR-organisatie een passende positie.



In 2005 treedt ir. Holwerda terug als algemeen directeur, om gezondheidsredenen. Hij overlijdt in 2007. Het weekblad Elsevier van 11 augustus 2007 wijdt onder de kop “Nuchtere Friese vliegtuigbouwer” een artikel aan zijn persoon en carrière.

DR.IR. B.M. SPEE
(LINKS) EN
IR. F. HOLWERDA

V.L.N.R.
IR. J.A. VAN DER BLIEK,
IR. A.J. MARX,
J.A. VERBERNE R.A. EN
IR. B.M. SPEE

VAN SECTIES VIA
HOOFDAFDELINGEN NAAR
DIVISIES

De tien secties worden in 1967 groepsgewijs ondergebracht in drie hoofdafdelingen, teneinde onderling een betere coördinatie te krijgen. Zo ontstaan de hoofdafdelingen Stromingen (A), Constructies en Materialen (S), en Vliegtuigen (V). Daaronder valt een aantal afdelingen, vooralsnog echter niet bij de hoofdafdeling Constructies en Materialen.

De dienstverlenende afdelingen worden samengebracht in drie afdelingengroepen: de Wetenschappelijke diensten (W), de Technische diensten (T) en de Overige diensten.

De afdeling Ruimtevaartuigen wordt aanvankelijk ondergebracht bij de Wetenschappelijke diensten. In 1970 wordt besloten tot de oprichting van de hoofdafdeling Ruimtevaart (R).

De aard van het werk en de omvang van de organisatie maken het noodzakelijk in de daarop volgende jaren te komen tot een verdere uitbreiding van hoofdafdelingen: in 1980 de hoofdafdeling Informatica (I), in 1985 de hoofdafdeling Elektronica (E), en in 1999 de hoofdafdeling Luchtverkeer (L).

ARTIKEL IN
ELSEVIER VAN
11 AUGUSTUS 2007

Nuchtere Friese vliegtuigbouwer

FEDDE HOLWERDA 1946-2007

Willem Wansink

Ingenieur Fedde Holwerda was een echte Fries, zegt iedereen die hem heeft gekend meteen. Naast zijn werk trok hij veel op met zijn familie. Zijn vrouw Kee en hij hadden een huisje in Friesland, waar ze vaak met hun zoons Paulus en Marten gingen zeilen en schaatsen.

Fedde was rechte-doorzee. Eenvoudig, was van dikdoenerij, warm, en altijd geïnteresseerd in het wel en wee van mensen.' vertelt Fred Abbink (62), algemeen directeur van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) in Amsterdam. Hij volgde Holwerda in 2005 op, toen deze wegens ziekte zijn werk niet meer kon doen: 'Tijdens onze nieuwjaarsrecepties klom hij vaak op een zoekkast en hield hij een toespraak. Die eindigde steevast met de goede wensen in het Fries.' Arie Kraaijeveld (64), oud-voorzitter van de FME, de vereniging van ondernemers in de technologisch-industriële sector, en voorzitter van de raad van toezicht van het NLR: 'Hij had een stem als een sientor. Daarmee reikte hij over het hele IJsselmeer.'

Behalve een in Tytjerksteradiel geboren Fries was Holwerda vliegtuigontwerper, en een echte Fokker-man. Hij legde een lange weg af tot vliegtuigbouwkundige: eerst de mulo, toen de hts, en de huidige Technische Universiteit Delft. Daarna begon hij bij Fokker, de vliegtuigbouwer die in 1996 failliet ging. Hij speelde een creatieve rol in de ontwikkeling van de Fokker 50, de Fokker 100 en de Fokker 70, en eindigde als directeur engineering met duizend man personeel. Tijdens de afwikkeling van het faillissement werkte hij voor de curatoren. Hij zorgde ervoor dat alle toestellen werden af-

gebouwd, en probeerde een doerstart in Zuid-Korea en China. In 1997 begon hij bij het NLR. Holwerda was een netwerker. Hij zat in veel (internationale) besturen, en was de spil in de herrijzenis van de Nederlandse luchtvaarttechnologie. Dankzij hem konden nieuwe bedrijven ontstaan uit de failliete Fokker-boedel, zoals ADSE, een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau in Hoofddorp. Daar was hij commissaris tot de dag van zijn overlijden, begin vorige week op 61-jarige leeftijd.

Wat hem typeerde? Kees Vermooij (58), operationeel directeur bij ADSE: 'Even afwachten, analyseren, nadenken, goed overleggen, mensen de kans geven, besluiten én doen.' Henk de Groot, algemeen directeur van ADSE: 'Fedde was een doorzetter. Nachter. Heel prettig om mee te werken. Je kon op hem bouwen. Je wist wat je aan hem had. Als hij ja zei, was het ja. Dat was al zijn kracht bij Fokker. De laatste maanden kwam hij nog naar elke vergadering. Hij wilde niet achter de geraniums zitten.'

Sinds 1990 was Holwerda erelid van studievereniging VSV 'Leonardo da Vinci' bij de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de TU Delft. Rein van den Eijnde (21), president van de vereniging: 'Hij heeft ons aan waardevolle contacten en sponsors geholpen.' Tot op het laatste zette Holwerda zich in: 'Hij was zeer betrokken. Hij dacht mee, discusseerde graag, en gaf nadrukkelijk zijn mening.' In weerwil van zijn ziekte, chronische lymfatische leukemie, was Holwerda in april nog volop aanwezig bij de ereledendag en het afscheidende diner. Van den Eijnde: 'Dat zegt iets over zijn karakter, en over zijn betrokkenheid.'

Holwerda was een nuchtere doorzetter, rechte-doorzee en betrokken

Bron: Elsevier 11 augustus 2007

In het Strategieplan 1986 wordt nog uitgegaan van een gedeeltelijke verplaatsing van laboratoriumactiviteiten van Amsterdam naar de Noordoostpolder. Dit voornemen staat bekend als het plan "NOP2000" waarvan sprake is gedurende de jaren '70 en '80. Aan iedere nieuwe medewerker met standplaats Amsterdam wordt bij diens aanstelling meegedeeld

dat er rekening mee gehouden moest worden dat men vanaf 2000 zal zijn overgeplaatst naar de Noordoostpolder. Begin jaren '90 verdwijnt dit plan geruisloos. Het NLR gaat verder met twee vestigingen. Een aanzienlijk gedeelte van de NLR-medewerkers heeft dan de Noordoostpolder (inmiddels Flevoland genoemd) als standplaats.

**ORGANISATORISCHE
MAATREGELEN IN 1982,
1996 EN 2004**

Het beëindigen van het MDF-100 project heeft aanvankelijk voor het NLR ernstige gevolgen. Per direct wordt daarom het inhuren van personeel van derden stopgezet, evenals de personeelswerving. Besloten wordt een voorzichtig personeelsbeleid te voeren.

Met steun van de Nederlandse overheid stellen NIVR, Fokker en NLR binnen korte tijd een nieuw programma op van werkzaamheden, o.a. ter verbetering van de Fokker F.27 en de Fokker F.28 (resp. de latere Fokker 50 en Fokker 100). Uiteindelijk wordt 1982 door de inspanning van velen met een sluitende exploitatie afgesloten. Het NLR besluit een impuls te geven aan het voeren van gerichte acquisitie buiten de kring van vaste opdrachtgevers en voor al van buitenlandse opdrachtgevers.

Het faillissement van Fokker in 1996 leidt aanvankelijk tot grote onzekerheid over de gevolgen voor het NLR. Een al eerder door de directie ingestelde werkgroep met de naam RAFO ('Reorientation After Fokker Outcome') maakt een inventarisatie van de gevolgen voor het NLR van een faillissement van Fokker. De verwachting is dat het wegvallen van Fokker leidt tot het verlies van 180 arbeidsplaatsen, kort daarna bijgesteld naar 150. Zoveel mogelijk worden medewerkers voor wie het werk komt te vervallen herplaatst in vrijgegeven vacatures. Uiteindelijk is voor 29 medewerkers collectief ontslag aangevraagd; op hen is een Sociaal Plan van toepassing.

In 2004 ondergaat het NLR een reorganisatie die evenmin zonder gevolgen blijft voor het personeelsbestand. De redenen daarvoor zijn de verslechterde marktsituatie voor het NLR en de economische recessie. Als gevolg daarvan vervallen ca. 160 arbeidsplaatsen (ca. 20%) en vloeien ca. 65 medewerkers af. Op hen is een Sociaal Plan van toepassing.



DE BEWONERS VAN
HET HST-GEBOUW IN
AMSTERDAM IN 1982

- ontwikkelen en documenteren van 'leads' voor hun PMCs
- organiseren en afhandelen van 'proposal'-traject (incl. contract onderhandelingen)
- bijdragen aan organisatie van Divisie commercieel overleg en marktsegment-overleg

- De taken van marketing managers zijn:
- bijdragen aan lange-termijn positionering van NLR in marktsegment
 - opzetten Marketing & Salesplannen (in nauwe samenwerking met Business Managers)
 - initiëren en uitvoeren van markt-onderzoek
 - initiëren, ontwikkelen en documenteren van externe relaties (inclusief 'leads') in de markt
 - initiëren en begeleiden van PR-uitingen
 - Organiseren van Marktsegmentoverleg

DE VERWACHTING
IS DAT HET
WEGVALLEN VAN
FOKKER LEIDT
TOT HET VERLIES
VAN 180 ARBEIDS-
PLAATSEN.

STICHTING NLR (VANAF 2006)

RAAD VAN TOEZICHT In 2006 wordt een bestuurlijke reorganisatie doorgevoerd zoals tijdens de herijking is voorgesteld. Tot 2006 was een omvangrijk Bestuur eindverantwoordelijk. Strategieplannen alsmede exploitatie- en investeringsbegrotingen werden door het Bestuur vastgesteld. De directie was verantwoordelijk voor de uitvoering daarvan. In de nieuwe structuur berust de bestuursverantwoordelijkheid bij de Directie. Een kleinere zeshoofdige Raad van Toezicht houdt toezicht op het besturen van de stichting NLR door de Directie. Daarnaast fungeert de Raad van Toezicht als klankbord voor de Directie. Het verleggen van de verantwoordelijkheid van bestuur naar directie is een logische stap. "Flexibiliteit en meer vrijheid van handelen passen beter bij de moderne tijd", aldus Drs. Kraaijeveld in het NLR-jaarverslag over 2008.

DIVISIES De in 2004 gekozen divisiestructuur blijft ongewijzigd.

In 2006 wordt binnen de divisie AT het veiligheidsinstituut NLR-ATSI ('Air Transport Safety Institute') gevormd, bestaande uit ca. 30 medewerkers. In zijn soort is dit het grootste veiligheidsinstituut in Europa. De bundeling van kennis en ervaring is nodig omdat veiligheidsvraagstukken steeds complexer worden en de inzet vragen van experts uit sterk uiteenlopende disciplines.

NAAM VOORZITTER		BENOEMD	AFGETREDEN
Drs. A. Kraaijeveld		(2005)	
DIRECTIE			
NAAM DIRECTEUR	FUNCTIE	BENOEMD	AFGETREDEN
Ir. F.J. Abbink	Algemeen directeur	(2005)	
Drs. L.W. Esselman R.A.	Financieel directeur	(1997)	



IR. F.J. ABBINK (LINKS)
EN DRS. L.W.
ESSELMAN R.A.



PROF. IR.
T. VAN OOSTEROM

Van alle medewerkers die bij het laboratorium hebben gewerkt is prof. Van Oosterom degene die het langst leider is geweest van een sectie of hoofdafdeling. In 1947 wordt hij benoemd als leider van de Sectie Vliegtuigen en in 1975 neemt hij bij het bereiken van de pensioengerechtigde leeftijd afscheid als chef van de hoofdafdeling Vliegtuigen (V).

Zijn stimulerende activiteiten hebben sterk bijgedragen aan de opbouw van de na-oorlogse vliegtuigindustrie. In het bijzonder is hij de stuwende kracht achter talrijke vernieuwende ontwikkelingsprojecten voor instrumentatiesystemen en faciliteiten, zoals de eerste digitale 'flight recorder' (DR8 in een DC-8 van de KLM en

de DR28 in de F.28), de 'Side-Looking Airborne Radar' en de vluchtnabootser. Hij levert namens het NLR begin jaren '60 een belangrijke bijdrage aan onderzoek dat is gericht op het kiezen van een internationaal geaccepteerd baanverlichtingssysteem van landingsbanen.

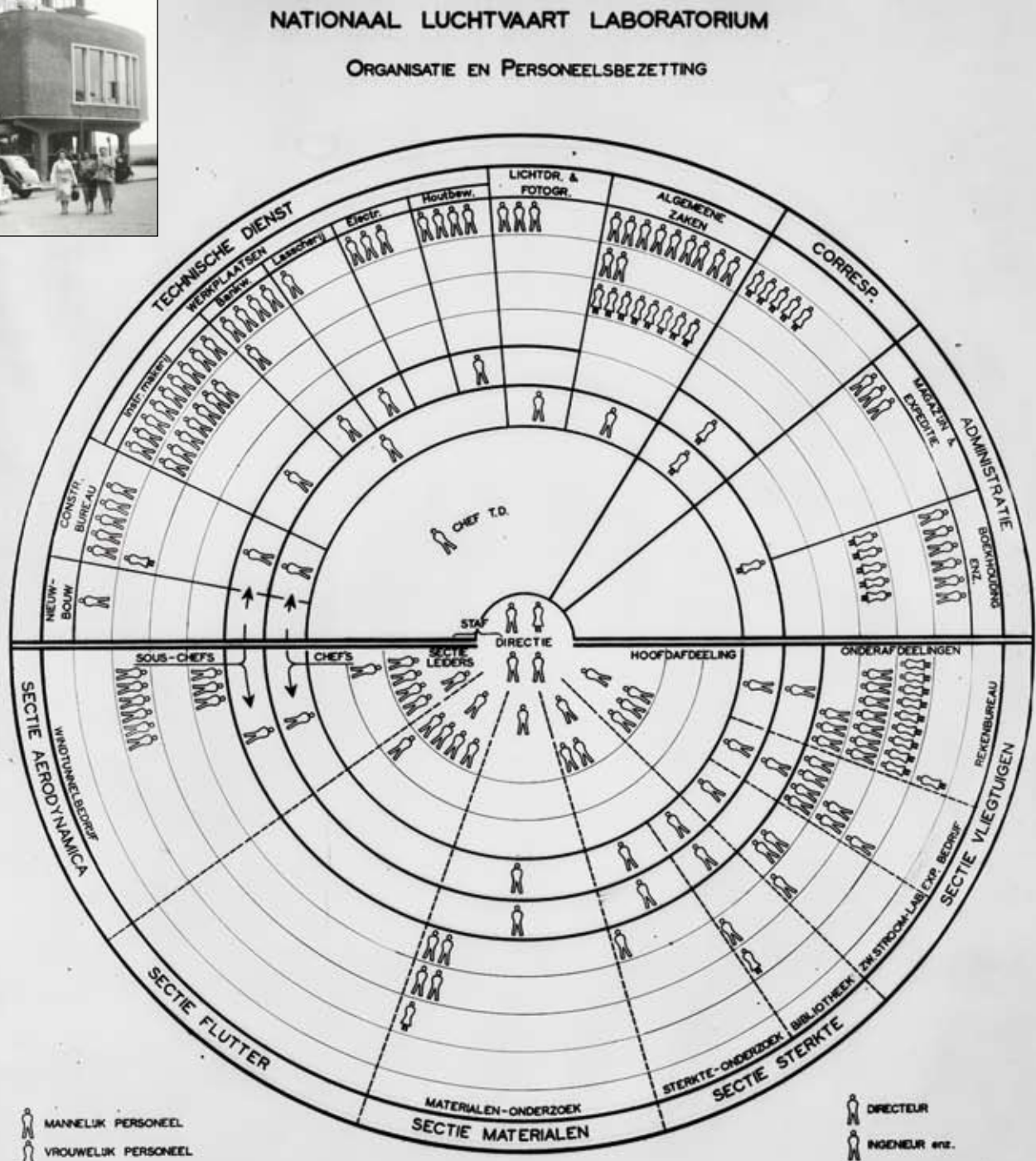
Als markant leider heeft hij een onmiskenbaar stempel gedrukt op zijn mensen. Hij wist velen de liefde voor de lucht- en ruimtevaart bij te brengen en hen daardoor tot grote prestaties te brengen. Buiten het NLR heeft hij o.a. in AGARD-, KNVvL-, KIVI-, KNMI-werkgroepen belangrijke bijdragen geleverd. Van 1962 tot 1980 was hij buitengewoon hoogleraar aan de TU-Delft en stuwende kracht achter de oprichting van de studierichting Avionica aan de faculteit der Elektrotechniek.

Zijn veelzijdige activiteiten komen op 1 februari 1961 tot uiting bij zijn 25-jarig ambtsjubileum tot uiting op de omslag van zijn receptieboek (getekend door Henk Mensink). Van Oosterom overleed op 31 juli 2001.



PROF. VAN OOSTEROM

SCHETSEN OMSLAG RECEPTIEBOEK



NLL-ORGANISATIE
OMSTREKS 1947

Algemeen Directeur
Fred Abbink

Financieel Directeur
Leo Esselman

Algemeen Secretaris
Ernst Folkers

Strategie en Beleid
Michel Brouwer DSSB

Marketing
Bas van der Peet

Kennis en Technologie
Hans Roefs

Corporate Communicatie
Raymond van der Meer

Ondersteunende Diensten
Laurens van Rijn ODMS

ICT
Laurens van Rijn a.i. ODIC

Documentatie & Informatie
Laurens van Rijn a.i. ODDI

Huisvesting & Facilitaire Zaken
Peter Verheul ODHF

Financiën & Administratie
Nico van der Meij DSFA

Planning & Control
Manfred Puijk DSPC

Personeel & Organisatie
Carla Bekkering-Hart DSPO

Juridische Zaken
Hidzer Gorter DSJZ

Aerospace Systemen & Applicaties

Eddy Pijpers

AS

Avionica Ontwikkeling & Kwalificatie
Harm Slot ASAQ

Vliegproefsystemen & Applicaties
Rob Krijn ASFT

Avionica systemen
René Eveleens ASAS

Militaire Operations Research
Mark van Venrooij ASMO

Ruimtevaart
Peter Dieleman ASSP

Luchtverkeer

Michel Peters

AT

Air Transport Safety Institute
Michel Piers/Alex Rutten ATSI

Luchtverkeersmanagement & Luchthavens
Ruud den Boer ATAP

Training, Simulatie & Operator Performance
Harrie Bohnen ATTS

Cockpit & Flight operaties
Rob Ruigrok ATCF

Milieu & Beleidsondersteuning
Roland Vercammen ATEP

Lucht- en Ruimtevaartuigen

Bas Oskam

AV

Gasturbines & Instandhouding
Arjen Vollebregt AVGS

Flight Physics & Belastingen
Koen de Cock AVFP

Helikopters & Aëro-akoestiek
Christophe Hermans AVHA

Multidisciplinaire Systemen & Engineering
Tonny ten Dam AVCE

Constructie Technologie
Bert Thuis AVST

Engineering & Technische Diensten
Jan van Twisk AVET

Testen & Evalueren
Paul Arendsen AVTH

Duits Nederlandse Windtunnels

Cor Joosen



NLR-ORGANISATIE IN APRIL 2009

INTERN MANAGEMENT

Vóór 2004 vindt op managementniveau maandelijks overleg plaats in Management Team vergaderingen, bestaande uit directie, algemeen secretaris, leiders van hoofd-afdelingen en dienstengroepen en de algemeen bedrijfscoördinator (later hoofd Marketing).

Vanaf 2004 vindt in plaats daarvan overleg plaats in het nieuw gevormde Directieteam, bestaande uit directie, algemeen secretaris en divisie managers.

Voor het besturen en monitoren van een aantal na de reorganisatie van 2004 gedefinieerde bedrijfsprocessen zijn de volgende stuurgroepen gevormd:

- Acquisitie en Sales
- Projectmanagement
- Kennismanagement
- Faciliteitenmanagement
- Automatisering
- Personeel en Organisatie
- Huisvesting
- Kwaliteit, Arbo en Milieu

WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE

WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE (VAN 1937 TOT 1955)

De statuten van het in 1937 opgerichte NLL bieden de mogelijkheid commissies van advies in te stellen. Direct al in 1937 wordt de Wetenschappelijke Commissie opgericht, die de kwaliteit van het weten-

senschappelijk niveau van de stichting bewaakt. De Wetenschappelijke Commissie adviseert het bestuur vanaf het begin, o.a. over het werkplan.

NAAM VOORZITTER	BENOEMD	AFGETREDEN
Prof.dr.ir. F. K. Th. van Iterson	1937	1951

WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE NLR-NIVR (VAN 1955 TOT 2005)

In 1955 worden de Wetenschappelijke Commissie van het NLL en de commissies van het NIV, die het NIV-bestuur bijstaan bij het beoordelen van de resultaten voor het door het NIV geïnstigeerde onderzoek, omgevormd tot de Wetenschappelijke Commissie NLL-NIV. Die samensmelting heeft ten doel te komen tot efficiënte samenwerking tussen beide Stichtingen waar-

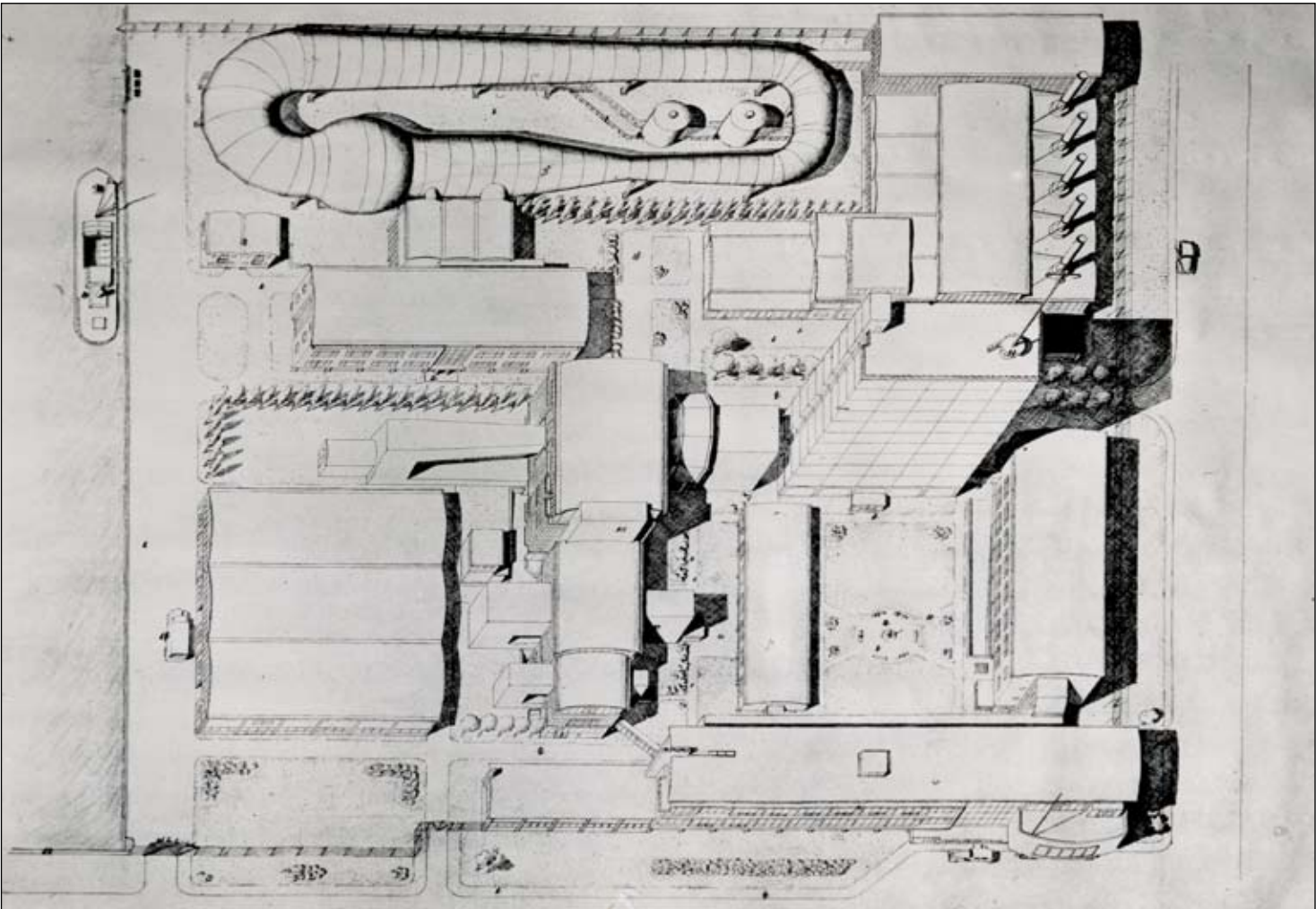
van de beleidsvorming op wetenschappelijk gebied nauw met elkaar samenhangt. De volgende subcommissies worden ingesteld: Sterkte en Materialen, Theoretische Aërodynamica, Toegepaste Aërodynamica, Aëroelasticiteit en Vliegeigenschappen. In de loop der jaren wordt dit aantal subcommissies uitgebreid tot zes.

NAAM VOORZITTER	BENOEMD	AFGETREDEN
Prof.dr.ir. W. T. Koiter	1955	1968
Prof.dr. C. Zwikker	1968	1972
Prof.dr.ir. A.I. van der Vooren	1972	1981
Prof.dr.ir. P.J. Zandbergen	1981	2005

In de 50 jaren van zijn bestaan heeft de Commissie (en de subcommissies) een groot aantal rapporten besproken en beoordeeld op publicatiewaarde. Verder adviseerde de Commissie het bestuur over het werkplan en over andere zaken die haar werden voorgelegd. Een belangrijke taak van de Commissie was om jaarlijks een algemeen oordeel te geven over de kwaliteit van het wetenschappelijke niveau van het NLL-NLR en tevens om richtinggevend te adviseren. Door haar werk draagt de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR in belangrijke mate bij aan het handhaven van de kwaliteit van het wetenschappelijke niveau van het NLR.

In 2005 wordt de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR opgeheven. Daarvoor in de plaats komt in 2006 de Adviesraad.

Ter gelegenheid van het afscheid van dr.ir. Spee als algemeen directeur in 2001 besluit het bestuur tot het instellen van de Dr.ir. B.M. Spee Prijs. Deze prijs is bestemd voor NLR-medewerkers die een uitzonderlijke wetenschappelijke bijdrage hebben geleverd, hetzij in de vorm van een publicatie hetzij anderszins, e.e.a. ter beoordeling door de Wetenschappelijke Commissie NLR-NIVR en vanaf 2006 door de Adviesraad.



Al in 1938 komt de Commissie met de volgende aanbevelingen over de bouw van een nieuwe windtunnel en een nieuwe locatie voor het NLL:

“De commissie beveelt met klem aan het uitbreiden van de gelegenheid tot het nemen van aërodynamische modelproeven, door het bouwen van een windtunnel van matige grootte, zoals die van Prof. Ackeret te Zurich. De commissie is er van overtuigd dat het doel van het laboratorium, d.i. het leveren van diensten aan de Nederlandsche Luchtvaart, het best bereikt wordt door het gehele laboratorium te plaatsen in de omgeving van Schiphol en op voldoende afstand van het vliegterrein, dat de sfeer, noodig voor rustigen arbeid, behouden blijft.

De bouw op een in het oog loopende plaats aan den snelverkeersweg Amsterdam-Schiphol wordt sterk aanbevolen. De belangen van het onderwijs in luchtvaarttechniek kunnen ook op die plaats in voldoende mate gewaarborgd blijven.”

WINNAARS DR.IR. B.M. SPEE PRIJS

In 2002 valt deze prijs als eerste toe aan dr. Russell J.H. Wanhill voor zijn reeks buitengewone wetenschappelijke rapporten en publicaties over materialen in de luchtvaart en ruimtevaart, en over breukmechanica.

In 2004 ontvangt dr.ir. Henk A.P. Blom de prijs voor zijn bijzondere bijdragen aan de toepassing van de stochastische-systeemtheorie op het modelleren van het luchttransport systeem en de toepassing van verkregen resultaten op luchtvaartveiligheid.

In 2006 ontvangt dr.ir. Pieter Sijtsma de prijs omdat hij een uitzonderlijke wetenschappelijke bijdrage heeft geleverd aan het vakgebied ‘aëro-akoestiek’ in brede zin en meer specifiek op het gebied van de theoretische onderbouwing, ontwikkeling en praktische toepassing van zogenaamde akoestische arrays. Deze toepassingen betreffen niet alleen windtunnels maar ook luchthavens, en niet alleen vliegtuigen maar ook windmolens.

In 2007 ontvangt dr.ir. Johan C. Kok de prijs omdat hij een bijzondere wetenschappelijke bijdrage heeft geleverd aan het vakgebied ‘Computational Physics & Theoretische Aërodynamica’ in



DR. IR. RUSSEL J.H. WANHILL, DE WINNAAR IN 2002



DR. IR. HENK A.P. BLOM, DE WINNAAR IN 2004



DR. IR. PIETER SIJTSMA, DE WINNAAR IN 2006



DR. IR. JOHAN C. KOK, DE WINNAAR IN 2007

ADVIESRAAD

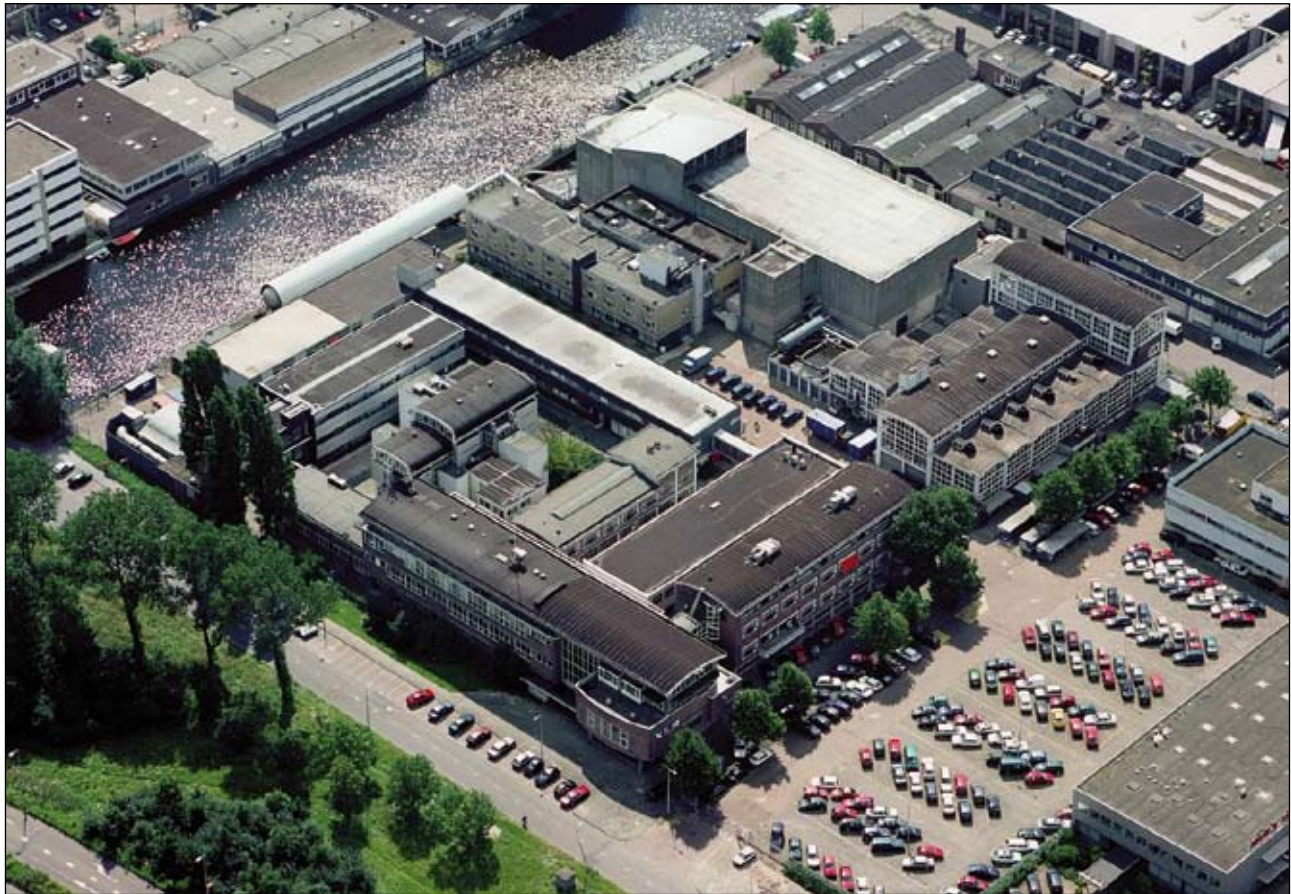
Door het opheffen van het (grote) bestuur in 2006 maken de overheid en de belangrijkste stakeholders, die tot dusver in dit bestuur zitting hadden, geen deel meer uit van de NLR-organisatie.

Om als NLR toch voeling te blijven houden met die overheid en stakeholders, krijgen de stakeholders vrijwel alle een zetel in de Adviesraad, zoals is geregeld in de nieuwe statuten van het NLR. Sedert 2006 is dr.ir. A.W. Veenman voorzitter van de Adviesraad. Teneinde, via de Adviesraad, een bijdrage te kunnen leveren aan de waarborging van de kwaliteit van de werkzaamheden van het NLR – zowel wat betreft de daarbij te maken keuzes als het wetenschappelijk en technisch niveau van deze werkzaamheden, anders dan in opdracht van derden – zijn door de directie drie Adviescommissies voor Kennis en Technologie ingesteld, waarvan de namen en werkgebieden corresponderen met die van de drie divisies van het NLR. Een belangrijke taak van de Adviescommissies is het functioneren als klankbord en adviesorgaan voor de desbetreffende divisie van het NLR. In het bijzonder ten behoeve van de programmering en de uitvoering van het onderzoek, dat wordt uitgevoerd in het kader van de door de overheid gefinancierde programma’s. Hiertoe beoordelen de Adviescommissies de jaarlijkse en meerjarenprogramma’s alsmede de verslaglegging daarvan.

NLL-TERREIN
GESCHETST DOOR
ARCHITECTENBUREAU
VAN TIJEN EN MAAS-
KANT OMSTREEKS
1950 (INTERESSANT
IS DE GEPLANEDE
HOOGBOUW)

brede zin en meer specifiek op het gebied van de theoretische onderbouwing, ontwikkeling en praktische toepassing van zogenaamde ‘Computational Fluid Dynamics’ (CFD) algoritmen. Deze toepassingen betreffen niet alleen externe stro-

mingen rond vliegtuigen of helikopters, maar ook stromingen in gasturbinecomponenten, en niet alleen aërodynamische toepassingen maar ook aëro-elastische en aëro-akoestische toepassingen.



NLR AMSTERDAM
OMSTREEKS 2008

NIEUWE UIT HET NLR ONTSTANE ORGANISATIES

DNW

De ontstaansgeschiedenis van de DNW kent aan Nederlandse kant een zeer lang aanlooptraject dat begint met studies en plannen voor een windtunnel in 1964 voor V/STOL-vliegtuigen. In de daarop volgende jaren worden deze verder uitgewerkt tot een voorstel voor een lage-snelheidswindtunnel met meetplaatsafmetingen van 8m breedte en 6m hoogte en een snelheids-

bereik tot 90m/s. In de jaren na 1968 wordt dit plan door een kleine werkgroep verder technisch geconcretiseerd, in 1971 gevolgd door het ontwerp en de bouw van een modeltunnel op schaal 1:10. Het doel van het modeltunnelonderzoek is primair gericht op het verkrijgen van een uitzonderlijk goede stromingskwaliteit bij een zo gering mogelijk aandrijfvermogen. In latere instantie komt daar bij, gelet op het belang van vermindering van geluid door vliegtuigen, het onderzoek naar de geschiktheid van een open straal voor aëro-akoestisch onderzoek aan vliegtuigmodellen. Deze eerste fase wordt in 1975 succesvol afgerond.

Aan de samenwerking met DLR ten aanzien van DNW gaan nog andere gebeurtenissen vooraf. Zo worden in Europa in 1972 twee werkgroepen gevormd om de samenwerking op luchtvaartgebied meer gestalte te geven. Dit waren respectievelijk 'Aerotest', onder auspiciën van de NATO 'Defense Research Group', en "LAWS", onder auspiciën van AGARD. De eerste had tot doel de mogelijkheden te bevorderen tot wederzijds gebruik van bestaande en geplande wind-

tunnels, de tweede het vaststellen van de behoeften aan grote windtunnelinstallaties. De resultaten daarvan bevestigden de door het NLR aangevoerde argumenten voor de keuze van de LST 8x6, waarin vooral motor- en geluidssimulatie onder atmosferische omstandigheden een grote rol spelen. Ook in de argumentatie naar de overheid voor het verkrijgen van de benodigde investeringsgelden zijn deze argumenten van doorslaggevende betekenis. Zoals echter bij vele grote investeringen het geval is, worden door diezelfde overheid grote vraagtekens gezet bij de mogelijkheid om tot een sluitende exploitatie te komen. Omdat ook aan Duitse zijde plannen bestaan voor een atmosferische lage-snelheidswindtunnel vindt in 1974 een eerste overleg plaats tussen de voorzitters van het NLR, prof.dr.ir. Otto Gerlach en de toenmalige DFVLR, prof.dr.ing. Fred Thomas, om de mogelijkheden tot samenwerking bij de bouw en exploitatie te onderzoeken. Dit initiatief resulteert in 1975 in de oprichting van drie werkgroepen die zich bezig houden met de technische, organisatorische en financiële/juridische aspecten van een toekomstige samenwerking.



MODEL VAN AIRBUS A380 IN DE LLF

Eind 1975 is ook het overleg ten aanzien van de organisatorische en financieel/juridische aspecten afgerond. Besloten wordt onder meer dat de nieuwe windtunnel in de Noordoostpolder gebouwd zal worden en als zelfstandige Nederlandse stichting zal opereren. Vooruitlopend op de formele beslissing van beide overheden wordt op 1 januari 1976 met de voorbereidingen voor de bouw van de DNW begonnen. De samenstelling en zwaarte van het team geeft welk belang gehecht werd aan een succesvolle afwikkeling van dit grootste project ooit door het NLR ondernomen.

De eigenlijke bouwactiviteiten starten met het slaan van de eerste paal op 1 juli 1976 door de ministers Westerterp (VenW) en Matthöfer (BMFT) en op 2 mei 1979 wordt het sein wind-on gegeven. De officiële opening vindt plaats op 27 augustus 1980 door de staatssecretarissen mevrouw drs. N. Smit-Kroes (Verkeer en



DIGITALE GEWASSEN- KAART NEDERLAND

Een van de bedrijven van het Geomatics Business Park is Synoptics. Met behulp van de technologie van het NLR ontwikkelt Synoptics op basis van satellietopnamen een digitale gewassenkaart van Nederland, waarbij op elk stukje landbouwgrond is aangegeven wat er op wordt verbouwd. Door meerdere satellietwaarnemingen te combineren kunnen veranderingen worden waargenomen, die kunnen duiden op mogelijke ziekte gewassen of pesticidengebruik.

Waterstaat) en dr. H.H. Haunschild (BMFT). Daarmee is de eerste stap gezet op weg naar een succesvolle inzet van de windtunnel voor niet alleen de Nederlandse en Duitse vliegtuigindustrie, maar voor vliegtuigbouwers en auto- en truckindustrieën van de gehele wereld

ETW

In 1988 besluiten Frankrijk, Duitsland, Groot-Brittannië en Nederland tot de bouw van een Europese Transsone Windtunnel (ETW). Het oprichten van de ETW GmbH, met als doel om de ETW te bouwen en te exploiteren, geschiedt door de respectievelijke luchtvaartlaboratoria van de deelnemende landen.

Het bijzondere van deze windtunnel is dat er kan worden gemeten met dezelfde getallen van Reynolds die voor het desbetreffende werkelijke vliegtuig ook zullen gelden. Dit wordt bereikt door de druk in de tunnel op te voeren en door gebruik te maken van sterk gekoelde stikstof, met een temperatuur van -150°C of nog lager, als testgas voor de tunnel. Deze lage temperaturen vragen om een oplossing op twee gebieden. De eerste is de toegankelijkheid van de tunnel, wanneer configuratiewijzigingen aan het model moeten worden aangebracht. De ander is het voorkomen van ijsvorming op het model beneden bepaalde lage temperaturen van het testgas. Voor beide situaties worden bijzondere bouwkundige voorzieningen getroffen. De testsectie van de ETW is 2,4mx2,0m en het snelheidsgebied is Mach 0,15 tot 1,3.

De bouw van de ETW start in 1990, waarbij het NLR een belangrijke kennisbijdrage levert vanuit een ruime eigen ervaring. Deze is opgedaan bij het ontwerpen en bouwen van verschillende windtunnels in het lage- tot en met het supersone-snelheidsgebied.

GEOSERVE B.V.

In 1997 wordt het bedrijf Geoserve B.V. opgericht dat gespecialiseerd is in de logistiek van de distributie van satellietbeelden. Het gaat o.a. om gegevens van de satellieten Orbview, IRS, Spot, Radarsat, Landsat, Envisat, Ikonos, Quickbird en Aster. Het NLR is een van de aandeelhouders. Geoserve is gestart in het ook door het NLR opgerichte Geomatics Business Park (GBP) in de Noordoostpolder.

In 1995 is de ETW na gekalibreerd te zijn gereed voor operationeel gebruik. Nederland (NLR) neemt financieel voor 7% deel in de ETW, welke nabij Keulen is gelegen.

GEOMATICA BUSINESS PARK EN GEOSERVE B.V.

Op initiatief van het NLR wordt in 2000 het Geomatics Business Park (GBP) opgericht. Een twintigtal kleine en middelgrote bedrijven ontwikkelen er, in samenwerking met het NLR, kennis over aardobservatie en passen die toe. GBP bevindt zich in de nabijheid van de NLR-vestiging in de Noordoostpolder.

NLR en GBP ontwikkelen zich samen tot een commercieel dienstencentrum voor uitbesteding aan het bedrijfsleven, waar onder meer overheden toegang krijgen tot strategisch belangrijke geo-informatie. De groei en de ontwikkeling van het park leiden tot een Geo Valley, een belangrijk centrum in Europa voor de productie, analyse en levering van omgevingsinformatie. Satellietbeeldistributie is tegenwoordig een wereldwijd verspreide miljoenen business en fungeert als informatieleverancier van tientallen veiligheidssystemen op gebied van defensie, milieu, landbouw en nog veel meer, zowel op het land als op de oceanen. Het 'National Point of Contact' (NPOC) van het NLR heeft aan de basis gestaan van deze ontwikkelingen.



MEVROUW DRS. N. SMIT-KROES OPENT DE DNW



LOGO'S VAN BEDRIJVEN
GEVESTIGD IN HET
GEOMATICA BUSINESS
PARK