

# Ontwikkelingen in de West-Europese ruimtevaart-industrie

*Ir. J.H. de Koomen*

**Zowel in de Verenigde Staten als in Europa hebben zich het afgelopen decennium in de lucht- en ruimtevaartindustrie ingrijpende veranderingen voorgedaan. Fusies en overnames, ter consolidatie en vergroting van de concurrentiekracht, hebben in de ruimtevaartindustrie geleid tot een drietal zeer grote bedrijven en een beperkt aantal middelgrote en kleine bedrijven. Degene, die al wat langer bij de ruimtevaart is betrokken, ziet dan ook dat vertrouwde namen zoals British Aircraft Corporation (BAC), Hawker Siddeley, Marconi, Ferranti, ERNO, Messerschmitt B lkow Blohm (MBB), AEG, Dornier, Aerospaciale, Matra, Aeritalia, Selenia, en tenslotte ook nog de naam Fokker zijn verdwenen.**

Zeer verwarrend lopen soms overnames, fusies of werkverbanden tussen dezelfde firma's, maar dan op andere gebieden zoals vliegtuigen of geleide projectielen, dwars door die van ruimtevaart heen, maar dat zal hier buiten beschouwing blijven. Verder betreft de hier besproken industrie alleen de bedrijven die zich met *space hardware* bezig houden, dus niet met operationeel gebruik van de ruimtevaart zoals bijvoorbeeld voor telecommunicatie of verwerking van aardobservatiegegevens, hoewel sommige hardware fabrikanten zich hier eveneens mee bezighouden.

## **Het ontstaan van de grote ruimtevaartbedrijven.**

Tot het einde van de tachtiger jaren waren de meeste Europese ruimtevaartindustrieën onderdeel van een vliegtuig- of elektronische industrie en voornamelijk georganiseerd in drie consortia: MESH, STAR en COSMOS, die elkaar beconcurrerden voor ESA opdrachten. Elk consortium bestond uit een paar grotere bedrijven (potentiële hoofdaannemers) en een aantal kleinere, zodanig verdeeld over de ESA lidstaten, dat bij uitvoering van een project aan de eis van besteding van hun ESA bijdrage in eigen land (*geographical return*) kon worden voldaan. De vrij hechte consortia begonnen echter uiteen te vallen toen de fusies begonnen, soms van leden van verschillende consortia. Voor grote ESA opdrachten worden nu ad hoc

consortia gevormd, al spelen de oude banden hierbij nog wel een rol.

## **De eerste bundelingen**

In Duitsland moesten aan het einde van de tachtiger jaren de ruimtevaartonderneming ERNO te Bremen en lucht- en ruimtevaartbedrijf MBB te München van de Duitse regering integreren, hetgeen ze volgzaam deden. Daarna besloot de rijke autofabrikant Daimler Benz zich in de lucht- en ruimtevaart te begeven en nam MBB/ERNO, Dornier en AEG Space & New Technologies over. Het geheel werd samengevoegd tot Deutsche Aerospace AG, (DASA). Later werd dit Daimler Benz Aerospace en, na overname van de Chrysler autofabriek in de VS, Daimler Chrysler Aerospace. (In de DASA periode speelde zich de affaire af met Fokker, waarbij de ruimtevaartafdeling zelfstandig werd als Fokker Space en Fokker Vliegtuigen vrij snel daarna failliet ging). De ruimtevaartactiviteiten van DASA bleven geconcentreerd in Bremen, München en Friedrichshafen.

In Engeland gingen BAC en Hawker Siddeley samen verder als British Aerospace Electronic Systems (BAE Systems) met een ruimtevaartdivisie, BAE Space and Communication Systems Division, gevestigd in Filton en Stevenage.

In Frankrijk nam Matra Hautes Technologies, Marconi Space Systems in Portsmouth over



*De Stentor satelliet is een experimentele telecommunicatiesatelliet die voor het Franse ruimtevaartagentschap is geconstrueerd. Astrium is verantwoordelijk voor het avionics programma. Deze avionica zullen in de Eurostar 3000 satelliet worden toegepast. [Astrium]*

van Marconi Electronic Systems en voegde dit samen met Matra Espace tot Matra Marconi Space, met faciliteiten in Vélizy, Toulouse en Portsmouth. Thomson CSF verwierf Alcatel-Alsthom Defense Electronics en Dassault Electronics. Thomson CSF en Alcatel samen namen de satellietdivisie van Aerospatiale in Cannes over en voegden die met hun eigen ruimtevaartafdelingen samen tot één bedrijf dat, na wat andere benamingen, tenslotte Alcatel Space werd genoemd met vestigingen in Nanterre, Toulouse, Valence en Cannes.

Met de Aerospatiale satellietdivisie nam Alcatel Space eveneens het aandeel over dat Aerospatiale had in Space Systems/Loral in de VS. Aerospatiale behield de vliegtuig- en raketactiviteiten.

Thomson CSF zelf (1/3 staatseigendom) bleef actief op het gebied van de ruimtevaartcom-

municatie en -navigatie, ook door overname van bedrijven als Magellan in de VS en Racal in het VK. (Verder werd ook Hollandse Signaalapparaten overgenomen, als aanvulling op hun activiteiten op gebied van vuurleiding en radar voor de marine). De naam Thomson CSF werd veranderd in Thales. Weer later fuseerden Matra Hautes Techniques en Aerospatiale tot Aerospatiale Matra.

In Italië werden Selenia en Aeritalia, beide eigendom van de holding company Finmeccanica, samengevoegd tot Alenia Aeronautica, met Alenia Spazio als ruimtevaarttak met vestigingen te Turijn en Rome.

### **Het ontstaan van Astrium**

Vooraf om de concurrentie met de in de VS door fusies gecreëerde industriële reuzen op lucht- en ruimtevaartgebied te kunnen aangaan, werd verdere integratie van de Europese industrie nodig geacht. Na een paar jaren onderhandelen, sterk gesteund door de respectievelijke regeringen, gingen Aerospatiale Matra, Daimler Chrysler Aerospace en Construcciones Aeronauticas SA (CASA, in Spanje) in 2000 samen op in European Aeronautical Defense and Space Systems (EADS), met een gezamenlijke Frans-Duitse directie, hoofdkantoren in Parijs en München en, om fiscale redenen, officieel gevestigd in Amsterdam. Dit zette een moeilijk proces in gang om de verschillende bedrijven, met eigen taal, bedrijfscultuur en trots, totaal 96 000 man personeel, te integreren tot een samenwerkend geheel. Er werd een honderdtal werkgroepen ingesteld om dit te helpen realiseren. Eveneens in 2000 besloten EADS en BAE Systems hun ruimtevaartdivisies Matra Marconi Space, Dornier, ERNO/MBB en BAE Space & Communications te integreren in één ruimtevaartbedrijf, namelijk Astrium (75% van EADS, 25% van BAE Systems), met in totaal 8000 man personeel.

### **Organisatie**

Astrium is (nationaal) verdeeld in Astrium GmbH, (Friedrichshafen en Bremen), Astrium SAS (Vélizy en Toulouse) en Astrium Ltd (Portsmouth, Filton en Stevenage; in 2001 werd Filton overgeheveld naar Stevenage). Astrium Ltd nam verder

het Britse National Remote Sensing Center over. Astrium GmbH kocht Bosch SatCom in Backnang (onderdelen voor elektronische en optische telecommunicatie) zonder het echter in te lijven. Ook hier moet het integreren van bedrijven in verschillende landen, sommige vroegere felle concurrenten, met overlappende capaciteiten, niet eenvoudig zijn geweest en is waarschijnlijk nog steeds gaande.

De activiteiten werden ondergebracht in drie divisies: *Telecommunication and Navigation*, *Earth Observation and Science* en *Space Propulsion and Infrastructure*. Voor de laatste zijn leiding en uitvoering op één plaats gevestigd, namelijk in Bremen. Earth Observation and Science wordt echter geleid vanuit Friedrichshafen en uitgevoerd in Friedrichshafen, Vélizy, Toulouse en Portsmouth; voor Telecommunication and Navigation zit de leiding in Toulouse en wordt het werk gedaan in Toulouse, Vélizy en Stevenage. Bosch SatCom daarentegen wordt geleid vanuit Stevenage.

### **Reorganisatie**

Toen Astrium in 2001 als hoofdaannemer, in vergelijking met de concurrentie, slecht presteerde in verwerving van opdrachten (het verloor ESA's Herschel-Planck aan Alcatel, het nationale defensieproject SAR Lupe aan het kleine OHB Systems en boekte slechts één communicatiesatelliet contract), besloten de eigenaars EADS en BAE Systems begin 2002 dat Astrium nog niet goed functioneerde en gereorganiseerd moest worden. Het hoofd van Astrium, Armand Carlier (voorheen hoofd Matra Marconi Space) werd vervangen door Antoine Bouvier (van EADS' Eurocopter) met de opdracht vóór mei 2002 met een reorganisatieplan te komen. Het hoofd van de Earth Observation and Science Division, Klaus Ensslin, nam ontslag en werd vervangen door Evert Dudok, uit de Telecommunication and Navigation Division. Een al eerder verlangde maatregel die bij de reorganisatie verder doorgevoerd moet worden, is de Space Propulsion and Infrastructure in Bremen – die Ariane-, Space Station- en ATV delen bouwt – onder leiding te brengen van EADS Launch Vehicles in Les Mureaux. Dit zou Astrium reduceren tot een bedrijf dat alléén satellieten bouwt.

De grote lijnen van Bouviers' reorganisatievoorstel, inmiddels geaccepteerd door EADS, verdelen deze satellietactiviteiten over vier *business divisions*: Military Communications, Telecom Satellites, Earth Observation/Science/Navigation satellites en Subsystems/Equipment. Tussen nu en eind 2003 zal het personeelsbestand met 1200 worden vermindert. Voor wat betreft de Space Propulsion and Infrastructures schijnt EADS nu het omgekeerde te overwegen, namelijk om EADS Launch Vehicles, na samenvoeging met Bremen, als een vijfde divisie onder te brengen bij Astrium. BAE Systems heeft zich inmiddels uit Astrium teruggetrokken door het verkopen van zijn aandeel van 25% aan EADS. Het gaat overigens alweer wat beter met het Astrium orderboek door het winnen van orders voor een vijftal militaire en civiele communicatiesatellieten.

### **Alcatel Space**

Alcatel Space, met vestigingen in Toulouse, Nanterre, Cannes en Valence, is in tegenstelling tot Astrium, een Frans bedrijf gebleven, al heeft Alcatel een aantal kleine bedrijven opgericht in Denemarken, Noorwegen en Spanje, of overgenomen in België (ETCA, Bell) en Zwitserland (CIR).

Alcatel Space is ook betrokken, samen met andere ook niet-Europese industrieën, in het opzetten van ondernemingen voor gebruik van satellieten, zoals Skybridge. Hoewel

*Op 17 mei 2002 werd de MSG-1, met de zonnepanelen gedeeltelijk verwijderd, aan een visuele inspectie bij Alcatel onderworpen. Er werden geen fouten geconstateerd. Deze nieuwe generatie meteorologische satelliet zal op 27 augustus 2002 volgens planning, tezamen met de Atlantic Bird 1, met een Ariane 5 (vlucht 155) in de ruimte worden gebracht. [Alcatel Space]*



Alcatel Space het beter deed dan Astrium in 2001, was er voor hen ook een terugval in opdrachten, waardoor geplande investeringen werden uitgesteld en begonnen werd de 6000 man personeel met 450 te verminderen. In de VS heeft Space Systems/Loral, geïnteresseerd in samengaan met Lockheed Martin, de samenwerkingovereenkomst met Alcatel opgezegd. Alcatel vervolgt Loral nu met een claim van 370 miljoen dollar wegens geleden schade.

#### ***Verdere fusie?***

Er bestaat veel samenwerking tussen Alcatel Space en Astrium. Deze bestaat uit wederzijdse levering van communicatie lading- en satelliet subsystemen, samenwerking in de CNES Stentor technologie ontwikkelingsatelliet en in de ESA/CNES opdracht voor de ontwikkeling van Alphabus, een groot (9,5 ton) telecommunicatie satellietplatform. Er zijn geruchten dat EADS in gesprek is met Alcatel over samenvoegen van beide bedrijven.

### **Alenia Spazio**

Het overblijvende grote ruimtevaartbedrijf, Alenia Spazio, 2870 man personeel en eigendom van Finmeccanica met vestigingen in Turijn en Rome, is nog ongebonden. Er zijn

fusiegesprekken geweest, eerst met Astrium en later met Alcatel, doch deze hebben geen resultaat opgeleverd. Mogelijk omdat deze bedrijven in die tijd voornamelijk geïnteresseerd waren in Alenia's satellietactiviteiten. Alenia heeft namelijk in Rome een faciliteit waar in serie de 72 satellieten voor de Globalstar constellatie zijn gebouwd; zeer interessant in die tijd toen er meer van die constellaties werden verwacht. Alenia Spazio wilde echter niet scheiden van hun andere activiteiten op het gebied van voortstuwing en bemane ruimtevaart. Mogelijk kan een beslissing van EADS om Launch Vehicles en Space Infrastructure toch bij Astrium te houden (zie boven) aanleiding zijn de gesprekken te hervatten.

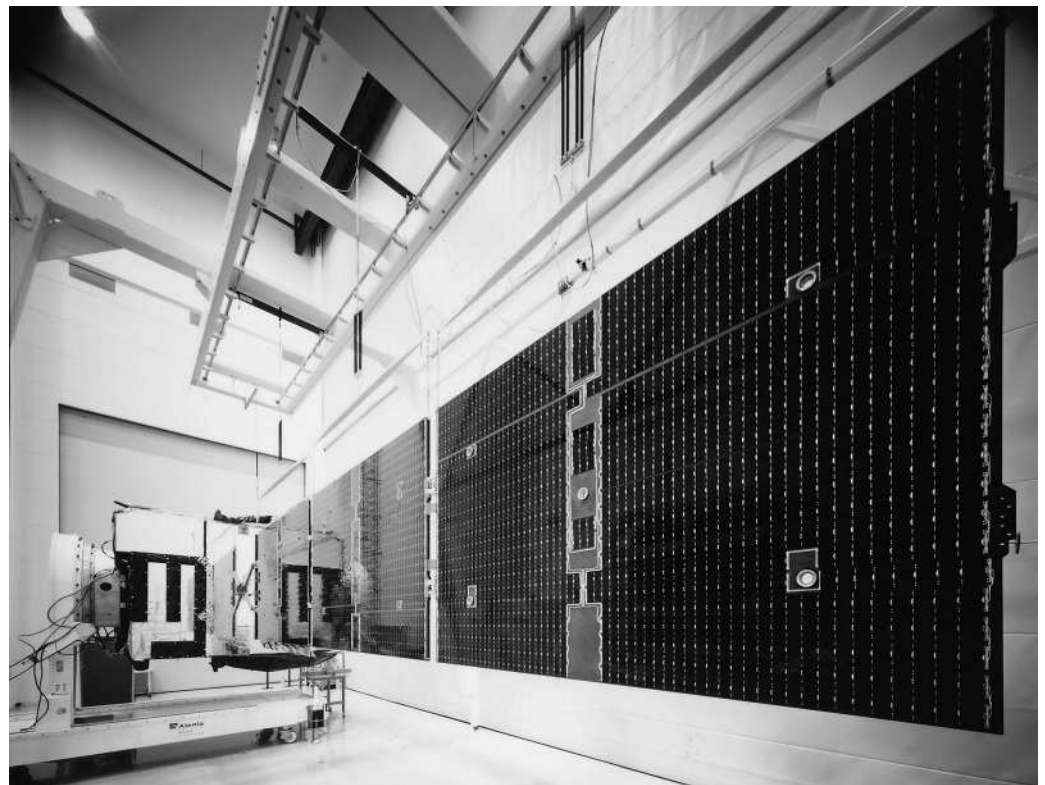
Vooralsnog zijn echter Astrium, Alcatel Space en Alenia Spazio de grote drie in de Europese ruimtevaartindustrie, die meestal als hoofdaannemer optreden voor grote ESA- en nationale projecten, met subcontracten naar kleine en middelgrote ondernemingen.

### **De kleinere bedrijven**

#### ***Fusies en overnames***

In Italië verwierf Finmeccanica de bedrijven Officine Galileo, FIAR en Telespazio, en

*Uittesten van de zonnepanelen van de Atlantic Bird 1 telecommunicatiesatelliet. Als prime contractor heeft Alenia Spazio de algemene verantwoordelijkheid voor de constructie en het in de ruimte brengen van deze satelliet. [Alenia Spazio]*



voegde deze met Alenia Difusa samen tot Galileo Avionica SpA, waarvan de Space Equipment Business Unit, met 442 man personeel, gevestigd in Florence en Milaan, zich bezighoudt met elektro-optica, radar, robotica, automatisering en energieregeling voor satellieten.

Carlo Gavazzi Space SpA te Milaan, met 150 man personeel, is overgenomen door Manfred Fuchs van OHB Systems. Activiteiten zijn kleine satellieten en subsystemen, en wetenschappelijke instrumenten.

In Zweden hebben SAAB en Ericsson hun ruimtevaartactiviteiten gebundeld in SAAB Ericsson Space AB, met vestigingen in Göteborg en Linköping. Verder werd in Oostenrijk Austrian Aerospace (ÖSR) te Wenen, 100 man personeel, overgenomen, wat de totale mankracht op 680 bracht. Hun specialiteiten zijn digitale elektronica, on-board computers, microgolfelektronica, antennes en satelliet scheidingsystemen.

In Nederland wilde Saab Ericsson Space verder uitbreiden door 65% van Fokker Space over te nemen (Stork de resterende 35%). De zaak was in 2001 al bijna rond - er was al een Zweedse directeur aangewezen - toen SAAB Ericsson de onderhandelingen plotse-ling afblies. Voornaamste argument hiervoor was de voortdurende onzekerheid of Fokker Space nog een schadeclaim zou krijgen, resulterend uit inferieure zonnecel dek-glaasjes (n.b. van Amerikaanse leveranciers) op zonnepanelen voor verscheidene door Astrium SAS (voorheen Matra) gebouwde communicatiesatellieten. Een andere reden was waarschijnlijk, dat Ericsson enorme verliezen leed door het inzakken van de markt voor mobiele telefoons. Het niet doorgaan van de samenvoeging was bijzonder jammer omdat de beide ondernemingen elkaar goed aanvulden en dit een goede stap was om meer tegenwicht te kunnen bieden tegen de grote bedrijven. De al bestaande samenwerking met elkaar wordt wel voortgezet en Fokker Space bleef open voor samengaan met een strategische partner.

Daar Stork, door overname van de bedrijven van failliete Fokker Vliegtuigen, recht op de naam Fokker had verworven, moest Fokker Space binnen een bepaalde tijd deze naam

opgeven. Dit werd onlangs gedaan en werd Dutch Space geïntroduceerd. Wel spijtig, daar de naam Fokker wereldbekend is, en de ruimtevaart naambekendheid nu opnieuw moet worden opgebouwd.

## **Overzicht van nog bestaande kleine en middelgrote ruimtevaartbedrijven**

De hier besproken bedrijven kunnen (gedeeltelijk) onderdeel zijn van een grote onderneming en verder worden toeleveringbedrijven van componenten hier niet besproken.

### **België**

Het voornaamste bedrijf in België is SABCA te Brussel (ETCA en Bell zijn overgenomen door Alcatel), waar 400 van de 1200 man betrokken zijn bij de fabricage van structuurelementen en hydraulische servomotoren voor Ariane en mechanismen en *heatpipes* voor satellieten.

Verhaert Groep te Kruibeke, 130 man personeel, satellietinstrumenten en -subsystemen.

### **Duitsland**

OHB System (Orbitale Hochtechnologie Bremen), opgericht door Manfred Fuchs, oud DASA medewerker, is met 136 man personeel deel van de Fuchs Gruppe van totaal 400 man, met vestigingen in Schwerin, Laces (Italië) en Moskou. Doet complete projecten met kleine satellieten, subsystemen, componenten, instrumenten, microzwaartekracht experimenten en bemiddeling voor lancering met de Russische Cosmos draagraketten.

Kayser-Threde GmbH te München, heeft ook een kantoor in Moskou. Dit bedrijf is ongeveer even groot en doet dezelfde satellietactiviteiten als OHB System. Is ook actief op het gebied van optische instrumenten voor aardobservatie en astronomie, onder andere de telescoop voor SOFIA, het VS-Duitse astronomievliegtuig project.

Jena Optronic GmbH te Jena, 115 man personeel. In 1992 ontstaan uit het Oost-Duitse deel van Carl Zeiss. Doet in optische en optisch-elektronische systemen, zoals zonenstersensoren.

MAN Technologie te Augsburg en Mainz. 780 man van dit bedrijf zijn actief op ruimtevaartgebied. Gedacht moet hierbij worden aan vaste- en vloeibarebrandstoftanks en mechanismen voor lanceervoertuigen en structurele composiet toepassingen.

### **Engeland**

Het Defense, Research en Evaluation Agency, DERA, is in 2000 gedeeltelijk geprivatiseerd door met 2/3 van het personeel QinetiQ op te richten met het hoofdkwartier te Farnborough. Van de 9000 personeelsleden van QinetiQ is slechts een klein deel betrokken in de ruimtevaart, meestal op het gebied van technologieontwikkeling voor militaire toepassingen.

SIRA Ltd. te Chislehurst. 40 van de 140 man personeel maakt optische instrumenten als stersensoren, aardobservatie instrumenten en onderdelen voor optische telecommunicatie.

Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL) is voor 90% eigendom van de Universiteit van Surrey, en speelt een interessante rol in de ruimtevaart op het gebied van kleine- tot zeer kleine satellieten (150 tot 5 kg). Het bedrijf, opgericht door professor Martin Sweeting van de universiteit, specialiseert zich in het ontwerpen van kleine satellieten voor ontwikkelingslanden en het samen bouwen van deze satellieten met technici uit die landen, zoals Thailand, Chili, Algerije en Turkije. Verschillende nationale en buitenlandse projecten maken ook gebruik van de SSTL mini- en microsattelieten, zoals de Engelse, Franse en Amerikaanse Defensie en een commercieel aardobservatieproject (RapidEye).

In hun SSTL Nanosatellite Project (SNAP) is de eerste satelliet, SNAP-1, 6 kg, in 2000 samen met een Chinese en een Russische satelliet gelanceerd en maakte na de lancering foto's van die satellieten. SSTL nam ook het initiatief voor een rampenbewakingssysteem van vijf tot zeven microsattelieten, waarbij de deelnemende landen elk hun eigen, door SSTL ontworpen, satelliet financieren en bouwen. De eerste (Engelse) satelliet wordt al gebouwd. SSTL heeft overwogen te fuseren met partners met aanvullende capaciteiten, maar na evalueren van de vele aanbiedingen

vonden ze het toch aantrekkelijker om klein en onafhankelijk te blijven.

### **Frankrijk**

L'Air Liquide te Sassenage. Slechts een klein deel van de 30 000 man personeel doet werk voor de ruimtevaart. Hieronder valt de levering en opslag van cryogene vloeistoffen en het ontwerpen van Dewars (thermosvaten) voor vloeibare helium.

SAFT te Bagnolet. Dit bedrijf maakt industriële batterijen. Voor de ruimtevaart onder meer NiCd-, NiH2- en Li-ion batterijen voor satellieten en AgZn batterijen voor raketten.

SAGEM te Parijs. Een 16 000 man groot bedrijf voor defensie,- geleiding- en navigatiesystemen. Een klein deel maakt zichtbaar- en infrarood optische- en elektro-optische systemen en stappenmotoren voor de ruimtevaart. Het onderdeel REOSC van SAGEM maakte de telescoopspiegel voor ISO.

Sodern te Limeil Brevannes is eigendom van EADS en de 350 man personeel maakt voornamelijk optisch-elektronische systemen als standregelsensoren en aardobservatie-instrumenten.

### **Italië**

Laben SpA te Florence en Milaan.(Ook van Finmeccanica). 400 man personeel fabriceren elektronische en elektrische subsystemen voor satellieten en grondstations.

Fiat Avio te Rome produceert vaste- en vloeibarebrandstof raketten, strap-on boosters en satelliet voortstuwingssystemen.

### **Nederland**

In het oktober 1999 nummer van Ruimtevaart, getiteld Space in the Netherlands, worden de Nederlandse ruimtevaartactiviteiten uitvoerig besproken. Van de ongeveer 25 daarin beschreven ondernemingen en instituten worden hier de volgende genoemd:

Atos Origin – ontstaan uit samenvoeging van Atos en BSO – te Nieuwegein en Leiden. Een groot internationaal consultancy bedrijf. Op ruimtevaart gebied actief in simulaties, training, systeemoperaties, constructieontwerpen en -analyses.

Bradford Engineering BV te Heerle. 60 man personeel. Behalve *glove boxes* voor microzwaartekracht onderzoek, ook simulatoren, cryogene afsluiters, druk- en stromingmeters, warmtewisselaars en drukgas voortstuwingssystemen voor de ruimtevaart.

Dutch Space te Leiden. Hoewel inmiddels geslonken tot ongeveer 300 man, is Dutch Space het grootste Nederlandse ruimtevaartbedrijf. Voornamelijk fabricage van zonnepanelen, satellietssystemen, structurele-, mechanische-, temperatuurregeling- en standregeling subsystemen, structuurdelen voor Ariane en andere lanceervoertuigen, robotica, simulaties, instrumenten voor aardobservatie, en ladingen voor microzwaartekrachtonderzoek.

Genius Klinkenberg BV te Wormerveer is een metaalconstructiebedrijf waarvan een deel betrokken is bij het maken van structuuronderdelen en grondtransportcontainers voor grote Ariane 5 structuren.

Nationaal lucht- en Ruimtevaart laboratorium (NLR) te Amsterdam en Marknesse. Geen industrie maar betreffende ruimtevaart doet NLR studies op het gebied van satellietnavigatie en toepassing van aardobservatie; het NLR is National Point of Contact voor distributie van aardobservatie gegevens. Verder doet NLR ontwikkeling van test- en simulatieapparatuur voor elektronische- en standregelsystemen, van instrumenten voor microzwaartekrachtonderzoek en van systemen voor twee fasen temperatuurregeling en -warmtetransport.

Stichting Ruimte Onderzoek Nederland te Utrecht en Groningen. Ook SRON is geen industrie, doch ontwerpt en bouwt zelf, soms met industriële subcontractors, de benodigde, zeer geavanceerde instrumenten voor hun astrofysisch- en aardgericht ruimteonderzoek.

Stork Product Engineering BV te Amsterdam. Ruim 100 man personeel. SPE maakt ontstekers voor Ariane raketmotoren – samen met PML, zie onder – constructies, mechanismen en elektronische onderdelen, brandstofcellen, reactie- en traagheidswielen voor satelliet standregeling. Door overname van de Fok-



*Genius Klinkenberg bouwt transport containers voor de Ariane 5 tweede trap.*  
[Genius Klinkenberg]

kerbedrijven heeft Stork nu ook Fokker Elmo te Hoogerheide, die kabelbomen en multifolie isolatiedekens maakt, en Fokker Special Products te Hoogeveen, die (gelijmde) aluminium en composiet structuurdelen voor satellieten en raketten fabriceert.

TNO Space te Delft. Dit omvat delen van de Technische Fysische Dienst (TPD), het Prins Maurits Laboratorium (PML), het Fysisch Elektronisch Laboratorium (FEL), en twee TNO instituten voor onderzoek van milieu en menselijk gedrag, in totaal ongeveer 90 personen. De activiteiten betreffen optische instrumenten voor standregeling, astronomie en aardobservatie, precisie-instrumenten, hoogfrequent elektronica, telecommunicatie- en radarsystemen, voortstuwing en ontstekers voor raketmotoren en biomedische instrumenten.

### **Spanje**

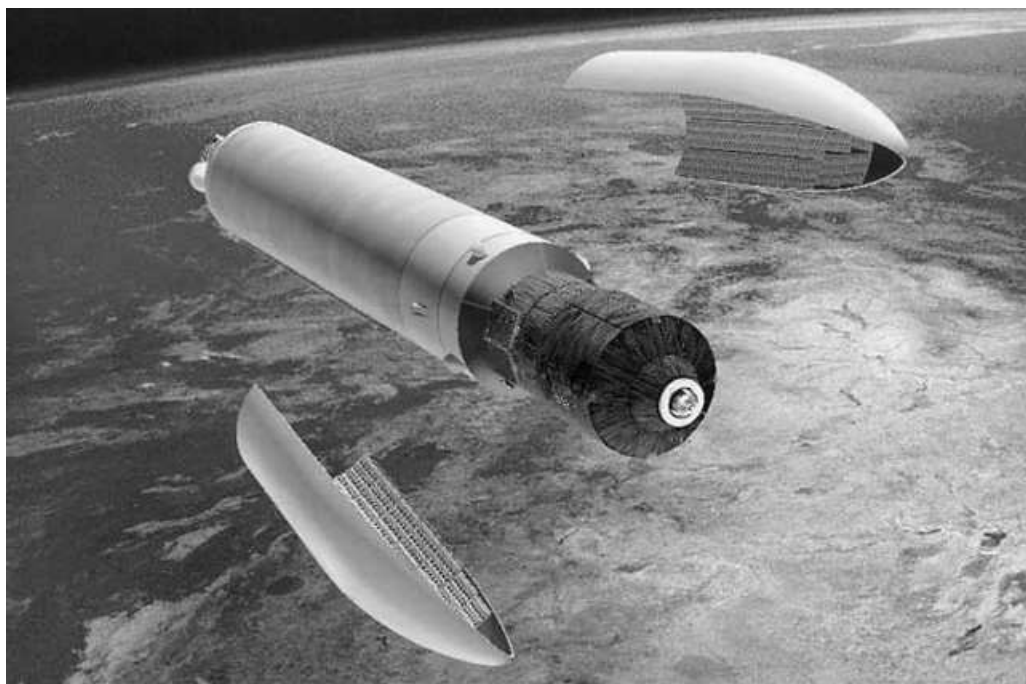
CASA Espacio te Madrid. Deze 350 man grote ruimtevaartafdeling van CASA, dat nu deel uitmaakt van EADS, is (nog ?) niet toegevoegd aan Astrium. Voornaamste activiteiten behelzen satellietssystemen en subsystemen op het gebied van structuren, mechanismen, antennes en kabelbomen.

SENER te Madrid, doet allerlei aerospace- en marineactiviteiten. Op ruimtevaart gebied is een klein deel van de 1100 man betrokken in structuren, mechanismen, thermische regeling en microprocessors voor de ruimtevaart.

### **Zweden**

Swedish Space Corporation te Solna. Dit is een staatsbedrijf van 280 man dat zich, behalve met het managen van complete satellietssystemen, ook bezighoudt met het beheer van de ballon- en sondeerraket lanceerfaciliteiten in Kiruna en beheer en operaties van grondstations voor aardobservatie in Zweden en Noorwegen.

*Contraves Space is wereld-leider in het fabriceren van sterke, lichtgewicht "payload fairings" voor draagraketten. [Contraves Space AG]*



Volvo Aero Corp. te Trolhättan. Van de 4200 man zijn er 125 betrokken in de fabricage van onderdelen en turbinepompen voor de Ariane Viking en Vulcain raketmotoren.

#### **Zwitserland**

Contraves Space AG te Zürich. 330 man personeel. Raket *fairings* voor satellieten en ruimtevaartuigen, satellietstructuren en -mechanismen, onderdelen voor optische satellietcommunicatie en wetenschappelijke instrumenten.

#### **Tot slot**

De kleinere industrieën voelen zich bedreigd door de in de afgelopen jaren ontstane en hier geschetste situatie. De grote drie hebben weliswaar verklaard geen expertise te zullen ontwikkelen op het terrein van de kleinere bedrijven en de ESA Council heeft hen steun toegezegd, maar de kleinere bedrijven zijn bang dat de groten, door de verminderde ruimtevaartbudgetten en de slinkende commerciële markt, zullen proberen zoveel mogelijk werk in huis te halen en te houden. Ook de eis van de ESA lidstaten, dat om budgetoverschrijdingen te voorkomen, ESA alleen vaste prijs contracten mag uitgeven,

óók voordat de technische risico's bekend zijn, is in het nadeel van kleine bedrijven.

Veel ESA- en nationale projecten beginnen met een conceptstudie (phase A), gevolgd door een ontwerpstudie (phase B), waarna de ontwikkel-, bouw- en testfase volgt (phase C/D). ESA en sommige nationale ruimtevaart instanties hebben nu verlangd, dat een vaste prijs wordt overeengekomen voordat het phase A contract wordt toegekend. Dit maakt het voor kleine ondernemingen onmogelijk het financiële risico van zo'n contract aan te gaan. Pas als de technische risico's uit de phase A en B studies bekend zijn, hebben kleine bedrijven een kans in de competitie te blijven.

OHB System en Kayser Threde, met deze feiten geconfronteerd, hebben met een twaalfstal andere (geen Nederlandse) bedrijven, met een totaal van 1200 man personeel, de "SME Space Alliance" opgericht om voor hun belangen op te komen. De Nederlandse industrieën zijn al sinds 1989 georganiseerd in de NISO, de Netherlands Industrial Space Organisation, die het tot een van zijn taken rekent, samen met het NIVR, dit soort belangen van zijn leden te behartigen.



# Ruimtepost met een tether; de tweede Young Engineers' Satellite YES2

*E. van der Heide en M. Kruijff  
Delta-Utec SRC, Leiden*

**Een nieuwe en bijzondere satelliet met een Nederlands tintje staat op stapel: YES2. Het Leidse bedrijf Delta-Utec is projectleider voor ESA en heeft ook een dikke vinger in de pap gehad bij de totstandkoming. YES2 gaat in 2005 de ruimte in om twee innovatieve technologieën te demonstreren: een opblaasbare terugkeercapsule wordt met behulp van een 30 km lange kabel vanuit de ruimte heel precies naar zijn landingsplaats geslingerd. En passant wordt dit slingersysteem verreweg de grootste structuur dat ooit in de ruimte werd gebracht.**

## Inleiding

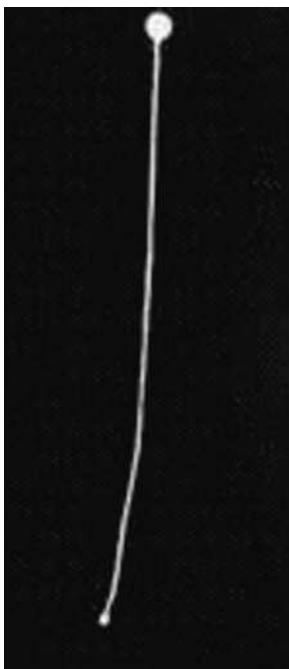
Delta-Utec is een jong innovatief ruimtevaart ontwikkelingsbedrijf dat als doelstelling heeft het ontwikkelen van *tether*technologie voor gebruik in de ruimte. Tethers zijn lange dunne kabels die in de ruimte zeer eenvoudig en soepel af te wikkelen zijn. De toepassing van tethers is, mede dankzij Delta-Utec's inspanningen, dichterbij gekomen en kan het aangezicht en de betaalbaarheid van onderzoek in de ruimte en ruimtevaart in het algemeen veranderen. Tethers zijn zeer spectaculair en zichtbaar vanaf de grond en kunnen daarom prima dienen om jonge mensen te motiveren voor techniek. Bovendien hebben tethers belangrijke ecologische voordelen: ze besparen zoveel brandstof dat er minder lanceringen nodig zullen zijn (uiteindelijk zelfs géén meer). Bovendien kunnen ze worden gebruikt om de ruimte om de aarde, momenteel al behoorlijk vol met rondzwevend schroot, schoon te maken en te houden.

In 2005 zal Delta-Utec YES2, in opdracht van de educatieafdeling van ESA, als een demonstratiemissie uitvoeren. Dit project kost geen tientallen miljoenen Euro's, zoals gewoon is voor kleine Europese satellieten maar slechts 300 000. Dit niet alleen dankzij het gebruik van commercieel verkrijgbare onderdelen, maar voornamelijk door het massaal inzetten van studenten uit heel Europa. YES staat dan ook voor Young Engineers' Satellite. Dat het bedrijf hiertoe in staat is, heeft het de afgelopen zes jaren bewezen door onder andere

de lancering van YES1 en vele succesvolle testcampagnes en wetenschappelijke publicaties. Er wordt stapsgewijs naar de eerste toepassing van tethers toegewerkt. Op het moment is deze binnen handbereik.

De eerste toepassing heeft de naam SpaceMail (Ruimtepost). Dit is een manier om door middel van een 35 km lange en 5 kg lichte kabel post vanuit een onderzoekstation in de ruimte heel precies terug te slingeren naar aarde, alwaar deze een zachte landing maakt. De post bestaat uit een compacte container met daarin belangrijke onderzoeksproducten die in hun ontwikkelingsfase zitten, zoals nieuwe medicijnen, lichaamsweefels, hoge kwaliteit kristallen of halfgeleideronderdelen voor supercomputers. Deze producten worden dan op aarde onderzocht en op grond van de bevindingen wordt aan de wetenschappers in het ruimtestation bijvoorbeeld doorgegeven welke instellingen moeten worden veranderd om betere resultaten te verkrijgen. Gewoonlijk kunnen dit soort producten uit het ruimtestation ISS slechts een paar keer per jaar met de zeer dure space shuttle, waarvan een lancering een half miljard dollar kost, worden opgehaald. Onderzoek van de ESA heeft aangetoond dat deze frequentie veel te laag is. Om effectief wetenschappelijke progressie te maken, zouden elke een of twee weken onderzoeksresultaten naar aarde gebracht moeten worden.

Delta-Utec's techniek maakt dit mogelijk. Het tethersysteem is:



*De eerste tether die met succes in de ruimte werd uitgezet was van Amerikaanse makelij in 1994. [NASA]*

- Zeer eenvoudig en daardoor goedkoop te bouwen en zeer betrouwbaar,
- Zeer licht en compact en daardoor goedkoop en in grote aantallen te lanceren,
- Er wordt geen brandstof verbruikt. De tether wisselt energie uit met het ruimtestation en is daardoor vrijwel 100% efficiënt. Terwijl de container naar beneden wordt geslingerd, komt het ruimtestation in een hogere baan terecht. Dit laatste is eveneens zeer wenselijk, want jaarlijks wordt normaal gesproken 100 miljoen dollar besteed aan het opheffen van baanhoogte verlies. Het gebruik van tethers heeft dus dubbel voordeel en kan zeer aanzienlijke besparingen opleveren.
- Er is geen vervuiling- of explosiegevaar en daarom eenvoudig en veilig op te slaan in ISS.

Behalve de tether bevat YES2 nog een noviteit, namelijk het opblaasbare terugkeervoertuig AIR (An Inflatable Re-entry capsule). Bij terugkeer in de atmosfeer vanuit de ruimte met acht kilometer per seconde zorgen normaal gesproken een hitteschild en een parachute ervoor dat de capsule niet verbrandt en zachtjes op de grond terechtkomt. Het idee voor YES2 is dat je hetzelfde kan bereiken met een enkel systeem, dat ook nog eens compacter is. Door een enorme zak op te blazen rondom de AIR (doorsnede ~3 m) wordt de capsule enorm afgeremd. Het speciale materiaal waar de zak uit bestaat, zorgt er dan voor dat de temperatuur acceptabel blijft. Voor de koeling zijn verschillende technieken mogelijk, voor AIR wordt gedacht aan stralingskoeling. Door een materiaal te kiezen dat zijn overvloedige warmte erg makkelijk uitstraalt, kan de temperatuurtoename binnen de perken worden gehouden.

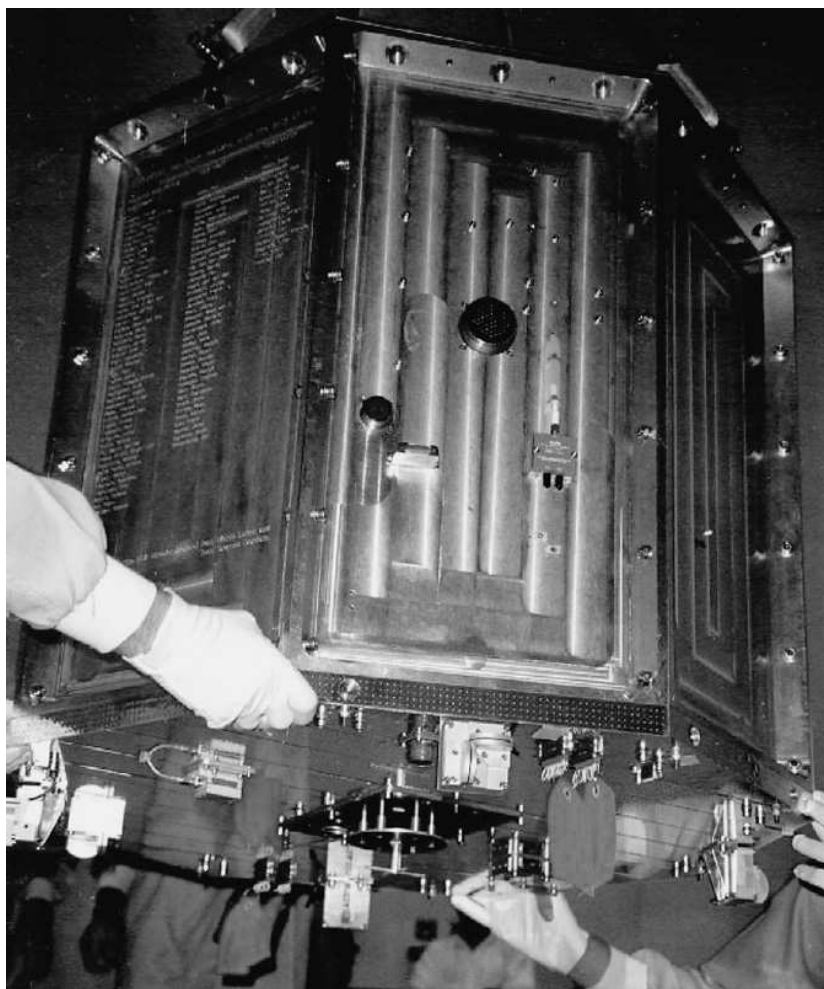
## Tethers

Hoe werkt zo'n ruimtekabel? Omdat de ruimte nagenoeg leeg is en satellieten er vrijwel gewichtloos zijn, kun je hele lange, dunne kabels tussen satellieten afwikkelen (35 km kabel bij 0,5 mm weegt in ons geval ongeveer 5 kg). Als we vanaf ISS, de capsule een klein duwtje naar beneden geven (stapvoetse snelheid, bijvoorbeeld met een veer), zal de afstand tussen ISS en de capsule in

eerste instantie langzaam groter worden. Naarmate de capsule dichterbij de aarde komt, wordt deze harder aangetrokken en de snelheid ten opzichte van ISS neemt toe. De kabel wikkelt steeds sneller af (tot wel 100 km/u) tussen capsule en ISS. Normaal gesproken zal de capsule door de toegenomen snelheid weer hoogte moeten gaan winnen, maar een simpel remmetje dat tegen de kabel aanwrijft kan ervoor zorgen dat de kabel stopt met afwikkelen. De capsule is nu dichterbij de aarde en wordt dus sterker aangetrokken dan ISS, waardoor de kabel strak blijft staan. Een satelliet in een lagere baan (capsule) moet sneller om de aarde draaien dan een satelliet in een hogere baan (ISS) om niet naar beneden te vallen – de aarde trekt immers harder aan de dichtstbijzijnde satelliet (vergelijk ook bijvoorbeeld de omlooptijden van space shuttle, een geostationaire satelliet en de maan). De lagere capsule wordt echter door de kabel gedwongen in dezelfde tijd om de aarde te cirkelen

*Artistieke weergave van het zg. Tethered Satellite System dat door NASA werd gebruikt om de specifieke eigenschappen van tethers te testen. [NASA]*





*De namen van alle studenten die meewerkten staan gegraveerd in TEAMSAT die de komende 300 jaren in een baan om de aarde zal draaien. [ESA/Delta-Utec]*

als ISS, hij wordt als het ware op sleeptouw genomen en beweegt eigenlijk te langzaam voor een cirkelbaan. De capsule zou willen vallen, maar de kabel houdt hem tegen, tot dat die kabel wordt doorgesneden. Door op precies het goede moment de kabel door te snijden, kan de landingplaats exact worden uitgekozen. De energie die de capsule heeft verloren komt automatisch bij die van het ruimtestation, dat dan ook een beetje aan hoogte zal winnen. De uitwisseling is heel erg efficiënt.

Er zijn meer toepassingen voor tethers. Zo kan bijvoorbeeld de zwaartekracht van Mars kunstmatig worden opgewekt door een bemande module met een 600 km lange kabel aan een uitgebrande trap te verbinden en het geheel langzaam rond te laten draaien. Of je kan bijvoorbeeld denken aan het laten zakken van een onderzoek peiler in de bovenste lagen van de atmosfeer, waar luchtballonnen niet kunnen komen en satellieten door de luchtweerstand normaal gesproken naar beneden vallen. Door aluminium of koperen

kabels kan je bovendien nog een stroom laten lopen, zodat de kabel in het magnetisch veld van de aarde een Lorentzkracht ondervindt. Deze kracht kan behoorlijk oplopen en kan met de stroom geregeld worden. De kracht van de kabel wordt doorgegeven aan de satelliet en de kabel werkt op deze manier als continue brandstofvrije voortstuwing. Als de benodigde stroom uit zonnecellen wordt gehaald, wordt met zo'n kabel dus zonne-energie in baanenergie omgezet. Het is zeker haalbaar om met een relatief kleine kabel de luchtweerstandverliezen van een groot ruimtestation op te heffen. Zo kan bij ISS in principe 100 miljoen dollar per jaar worden bespaard aan brandstof.

Eind 2000 stond een spoel met een 5 km lange, 100 kg zware aluminium tether van Amerikaanse makelij klaar om naar MIR gelanceerd te worden om dit verouderde Russische ruimtestation in zijn baan te houden. Helaas werd om politieke redenen op het laatste moment toch besloten van deze reddingsoperatie af te zien. Andere tethers hebben het wel tot in de ruimte geschopt. De meeste van de ongeveer 15, meest Amerikaanse missies zijn succesvol verlopen, vooral als de gebruikte technieken simpel werden gehouden. Het lengtorecord staat op naam van Joseph Carroll, die tot twee maal toe een 20 km lange tether heeft afgewikkeld. Op het moment draait van zijn hand nog de TiPS tether om de aarde, 4 km lang en al 6 jaar stabiel in zijn baan. Een belangrijk meetpunt, want het heeft velen verbaasd dat passerende meteorieten de tether nog niet hebben doorgesneden. Europa heeft nog geen tether in de ruimte maar daar kan dus verandering in gaan komen.

## **Hoe YES1 tot stand kwam**

Delta-Utec is synoniem met Erik van der Heide en Michiel Kruijff. Zij zijn begin 1996 in Delft afgestudeerd aan de faculteit Lucht- en Ruimtevaarttechniek bij astronaut Wubbo Ockels. Zij hebben met hun afstudeerwerk aangetoond dat met een 35 km lange en 5 kg zware tether een capsule binnen enkele kilometers nauwkeurig op aarde kan worden gedropt. Deze methode heet StarTrack: Swinging Tether Assisted Re-entry Through Robust Actively Controlled Kinetics. Star-

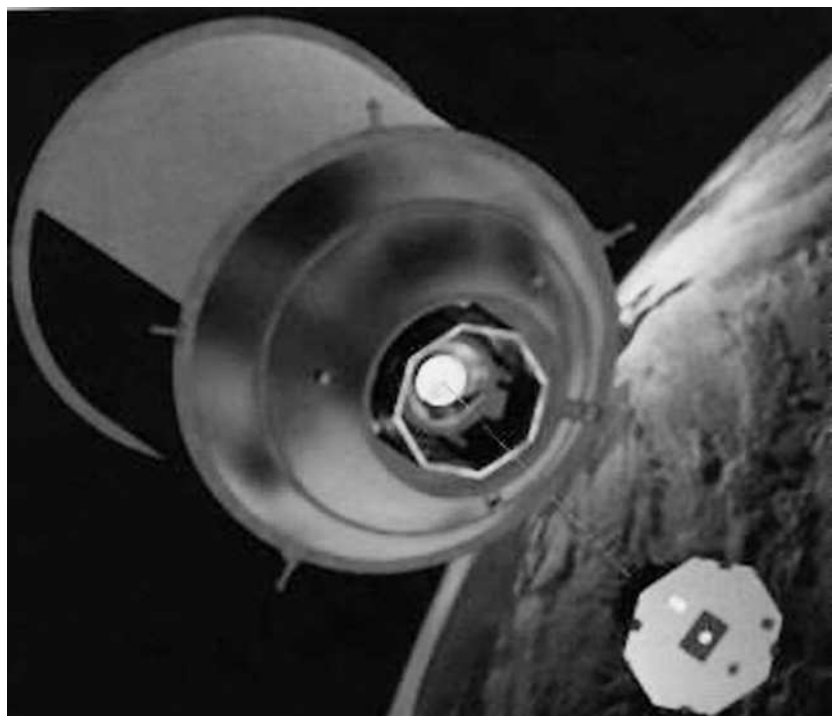
Track werd in eerste instantie ontwikkeld ter ondersteuning van een ESA project, genaamd TATS, dat werd gestopt vanwege gebrek aan financiering.

Erik en Michiel wilden echter maar één ding, namelijk laten zien dat hun concept levensvatbaar was en wel door middel van een vluchtexperiment. Ten behoeve van de lobby moest een bedrijf worden opgericht en dat zou Dutec gaan heten. Dutec staat voor *the Dutch Tether Company*. Het  $\Delta$ -symbool staat voor de berg op Sri Lanka waaraan de legendarische sciencefiction schrijver en ingenieur Arthur C. Clarke in zijn *Fountains of Paradise* een 36 000 km lange tether-ruimtebrug verankert. Het  $\Delta$ -symbool zorgde buiten Delft echter voor zoveel verwarring dat het later voluit werd geschreven: Delta-Utec.

In de avonduren werkten Erik en Michiel op ESTEC met een groep van ongeveer 15 enthousiaste Young Graduates en studenten aan het ontwerp van een tethersatelliet, genaamd TraineeSat. Op een dag liepen ze Wubbo tegen het lijf en die vroeg: “Binnen hoeveel tijd hebben jullie een satelliet gebouwd?” Erik en Michiel dachten een moment na. De tether hardware konden ze zo kopen van een Amerikaanse collega, wisten ze. Erik zei: “Een half jaar”. Michiel schatte: “Een jaar”. Wubbo vertelde dat ze vier maanden hadden. Er gingen geruchten dat de tweede Ariane 5 kwalificatievlucht zonder lading zat en desnoods met een blok beton zou worden gelanceerd. Er werd besloten het te gaan proberen. De satelliet zou YES gaan heten, de Young Engineers’ Satellite, een naam met positieve energieke uitstraling. Met de kosten beraamd op 1 miljoen gulden en een bedelbrief stapten ze het Ministerie van Economische Zaken in. En na tien minuten weer uit. Door de achterdeur wel te verstaan. Dat ging dus niet. Daarop besloten ze ondersteuning te zoeken bij het Nederlandse bedrijfsleven tijdens een IAF-conferentie in Peking. Van het NISO kregen ze enige expositieruimte cadeau, waarop ze een laptop plaatsten met een tether demonstratie en een advertentie voor het plan. De Nederlandse bedrijven waren positief maar afwachtend. Het was Arthur C. Clarke zelf die hen toch nog huiswaarts liet keren met een persoonlijke aanbevelingsbrief.

Daar aangekomen bleek het ESA hoofdkwartier van het idee te hebben gehoord. We hadden één week om een gedetailleerd plan te maken. Met de TraineeSat groep werkten Erik en Michiel tot in de ochtenduren voor het uur u en gaven ongewassen en met een baard-van-een-week halfslappend hun presentatie. Door de hoge baan van de Ariane 5 was het SpaceMail idee niet mogelijk en werd het behoorlijk ingewikkeld om een veilige en nuttige tethermissie in elkaar te zetten. Desalniettemin werd het gepresenteerde idee enthousiast ontvangen. Gecombineerd met andere ESA voorstellen zou het project TEAMSAT gaan heten. In de geschiedenis van ESTEC begon een periode waarin alles mogelijk bleek wat iedereen altijd voor onmogelijk had gehouden. Delta-Utec kreeg het benodigde geld van Nederland (NIVR) en van ESA, alsmede forse arbeidsondersteuning van TraineeSat en ESTEC medewerkers. Allen leefden op bij het idee van een echt, snel en compleet project. Direct werd gezocht naar zoveel mogelijk tweedehands hardware op ESTEC en werd het ontwerpen en bouwen overgelaten aan enthousiaste studenten die in Delft werden geronseld. Een half jaar hard werken later stond hij er: De *hands-on* satelliet YES, compleet met tether, een groot aantal gastexperimenten, drie eigen computers en alle daarbij behorende code. Op tijd, want de lancering was uitgesteld naar de herfst van 1997.

*Artistieke weergave van de YES1. [ESA/Delta-Utec]*





*Studenten voeren prelaunch testen uit op de YES1 te Kourou in 1997. De missie was een succes en veel testen werden uitgevoerd, maar de tether werd niet uitgezet. [ESA/Delta-Utec]*

Die lancering culmineerde in een fantastisch gevoel, net als de binnenkomende data van de gastexperimenten. Na al die (in)spanningen vond een gigantische ontlasting plaats. Helaas ging het voornaamste experiment, de tether, om veiligheidsredenen niet door. Mede door de op het laatst veranderde lanceertijd en de gevaarlijk hoge baan was er een kans dat de kabel een enorm stuk ruimteschroot zou worden en met andere satellieten zou botsen. Daarom is YES voor Delta-Utec enerzijds maar half gelukt, maar anderzijds een grootse en leerzame ervaring in *hands-on* satellietontwerp, testen en grond operaties, maar zonder tether experiment.

## Het YES2 project

Naar aanleiding van de ervaringen met YES1 is Delta-Utec een uitgebreid onderzoek gestart naar de veiligheid van tethers. Zo is bijvoorbeeld samen met DSM onderzoek gedaan naar ecologisch verantwoorde tether materialen, die na gebruik verdampen onder invloed van het ultraviolette licht van de zon. Ook zijn methoden uitgewerkt, gesimuleerd en vergeleken om tethers juist te gebruiken om ruimteschroot op te ruimen, door het naar de atmosfeer te slepen en het daar te laten verbranden.

Sindsdien richt Delta-Utec zich weer volledig op de SpaceMail toepassing, die in een lagere en veel veiligere baan dan die van Ariane 5 plaatsvindt. Van 1998 tot

2000 werd voor een Europees consortium een opstelling gebouwd die op aarde kabels kan afwikkelen op een manier die zeer realistisch de ingewikkelde dynamiek van het afwikkelen in de ruimte benadert. Op deze machine is voor het eerst bewezen dat een simpel tethersysteem voldoende is om zeer nauwkeurig een capsule op aarde af te leveren. Het tethersysteem weegt maar 10 kg met slechts een klein stappenmotortje als enig bewegende onderdeel. Dankzij dit succes kon genoeg geld bijeen gesprokkeld worden voor een demonstratiemissie op Foton-M1. Helaas was het tijdschema net iets te krap en werd de demonstratie uitgesteld naar 2005. De beoogde budgetten waren hierom niet langer beschikbaar, maar Wubbo Ockels kwam met een alternatieve oplossing. In zijn nieuwe functie als hoofd van de Afdeling Educatie van ESA bood hij 300 000 Euro en de lanceerkosten, indien voor dat geld:

- Honderden studenten een opblaasbare capsule zouden ontwerpen die zo licht en zacht wordt dat deze in principe overal in Europa kan landen,
- Tientallen Europese studenten de satelliet zouden bouwen, en
- 10 000 studenten uit heel Europa met de technologie in aanraking zouden komen.

Dit was de geboorte van YES2, de tweede satelliet voor en door jonge ingenieurs. Het project is op 1 juni 2002 van start gegaan met een PR campagne om duizenden studenten in Europa te benaderen via posters, folders en een website. Momenteel reist Delta-Utec door Europa om de participerende studenten persoonlijk te bezoeken en op weg te helpen met tweedaagse ontwerpcurssussen c.q. brainstormsessies. Het is de bedoeling dat de studenten allereerst een conceptueel ontwerp van de terugkeercapsule indienen. De beste ontwerpen worden geselecteerd en gecombineerd en worden in detail uitgewerkt als onderdeel van afstudeerwerken en vervangende colleges. Een nieuwe tether afwikkelinstallatie wordt in Duitsland in elkaar gezet en gaat wellicht mee naar de IAF-conferentie in Houston in oktober 2002. De bouw van de satelliet is gepland voor 2003, waarop ruim een jaar testen zal volgen. De vlucht vindt gepland plaats in 2005, als piggyback op de BioCosmos.

### Meedoen met YES2

Meedoen met YES2 of meer weten over tethers?

Kijk op [www.yes2.info](http://www.yes2.info) of [www.delta-utec.com](http://www.delta-utec.com)